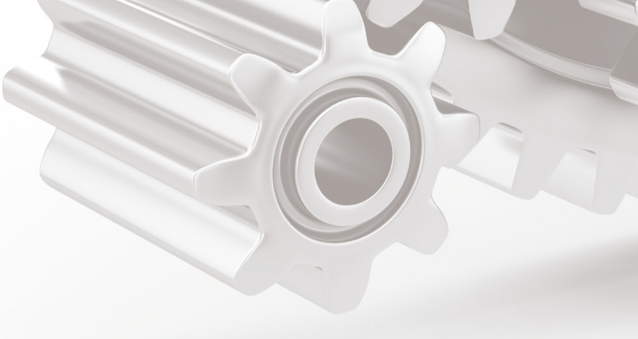


机械工程

实用图样精编手册

刘明涛　刘合荣　范竞芳　李彦启　主编

机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

机械工程实用图样精编手册

刘明涛　刘合荣　范竞芳　李彦启　主编

机械工业出版社

本书采用最新的机械制图和技术制图的国家标准及行业标准，共计7章。主要内容包括图样的画法，尺寸注法、表面结构的表示法、尺寸公差及几何公差的注法，标准件、传动轮、弹簧、中心孔、动密封圈、轴承等常用的结构要素表示法，铸件、锻件、钣金件、焊接件的合理结构和画法，以及机构运动简图用图形符号、液压与气压传动图用图形符号、电气工程图用图形符号的画法等。同时，精选了大量机械工程图样实例，包括零件图、装配图、机构运动简图、液压与气压传动图、电气工程图。书中图例均经过严格筛选，并为大多数图例（包括装配图）配以三维立体图。

本书附赠书中大部分图样的电子图库，以供读者参考使用。

本书文字叙述精炼，通俗易懂，图样绘制规范清晰，可供机械及相关工程技术人员参考使用，也可作为高等学校机械及机械相关类专业学生的参考书。

图书在版编目（CIP）数据

机械工程实用图样精编手册/刘明涛等主编. —北京：机械工业出版社，2015.10

ISBN 978-7-111-51643-9

Ⅰ.①机…　Ⅱ.①刘…　Ⅲ.①机械制图-技术手册　Ⅳ.①TH126-62

中国版本图书馆CIP数据核字（2015）第227567号

机械工业出版社（北京市百万庄大街22号　邮政编码100037）
策划编辑：周国萍　责任编辑：周国萍　肖新军　版式设计：霍永明
责任校对：刘怡丹　封面设计：　责任印制：
印刷厂印刷
2016年1月第1版第1次印刷
184mm×260mm·20.5印张·507千字
0001—　册
标准书号：ISBN 978-7-111-51643-9
定价：　元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务	网络服务
服务咨询热线：010-88361066	机工官网：www.cmpbook.com
读者购书热线：010-68326294	机工官博：weibo.com/cmp1952
010-88379203	金书网：www.golden-book.com
封面无防伪标均为盗版	教育服务网：www.cmpedu.com

前　言

机械工程图样是机械工程实践中技术人员指导生产的重要技术文件，也是进行技术交流的重要工具。为方便读者了解及掌握各种常见机械工程图样的画法，我们在查阅了大量相关标准和资料的基础上，编写了《机械工程实用图样精编手册》。

本书共计7章，全书以图为主，文字简练，内容翔实，由浅入深。主要特点如下：

1）采用最新的机械制图和技术制图的国家标准及行业标准，为方便读者使用，特将书中采用的标准汇总在书后附录中。

2）基本图样画法、图样注法内容全面，包括图样的画法，尺寸注法、表面结构的表示法、尺寸公差及几何公差的注法，标准件、传动轮、弹簧、中心孔、动密封圈、轴承等常用的结构要素表示法，铸件、锻件、钣金件、焊接件的合理结构及画法，以及机构运动简图用图形符号、液压与气压传动图用图形符号、电气工程图用图形符号的画法等。

3）所选机械工程图样内容广泛，精选了大量机械工程图样实例，包括零件图、装配图、机构运动简图、液压与气压传动图、电气工程图，其中部分图样选自工厂生产实际。

4）书中图例均经过严格筛选，并为大多数图例（包括装配图）配以三维立体图，便于读者读懂结构，从而提高识图能力。

5）文字叙述精炼，相关要求及规定尽量以表格或条文形式给出，方便读者查阅。

6）为满足具备一定基础的读者进一步提高的需要，特编写了识图提高一章，为读者提供了构型设计及识图的思路和方法。

本书由刘明涛、刘合荣、范竞芳、李彦启主编，参加编写的人员有胡瑜、周玉存、张惠云、汪宇、杨峰。在编写过程中得到程天强、薛永宁等学生的大力支持，在此表示衷心的感谢，同时也要感谢支持和帮助本书出版的工作人员。

在本书编写过程中参考了一些国内同类著作，在此向有关作者表示诚挚的谢意。

由于编者的水平有限，书中难免存在不足之处，恳请读者给予批评指正。

编　者

目　录

前言

第 1 章　图样的画法 …… 1
1.1　视图 …… 1
1.1.1　基本视图 …… 1
1.1.2　向视图 …… 2
1.1.3　局部视图 …… 2
1.1.4　斜视图 …… 4
1.2　剖视图 …… 4
1.2.1　全剖视图 …… 4
1.2.2　半剖视图 …… 5
1.2.3　局部剖视图 …… 5
1.2.4　剖切面 …… 8
1.2.5　剖视图的配置及标注 …… 12
1.3　断面图 …… 17
1.3.1　移出断面图 …… 17
1.3.2　重合断面图 …… 19
1.3.3　断面图的配置及标注 …… 20
1.4　规定画法和简化画法 …… 20
1.4.1　剖视图和断面图中的规定画法 …… 20
1.4.2　局部放大图 …… 23
1.4.3　重复性结构的画法 …… 24
1.4.4　按圆周分布的孔的画法 …… 24
1.4.5　网状物及滚花表面的画法 …… 24
1.4.6　断裂的画法 …… 26
1.4.7　一些细部结构的画法 …… 26
1.4.8　假想画法 …… 26
1.5　装配图中的一些画法 …… 28
1.5.1　装配图中视图和剖视图的几种特定画法 …… 28
1.5.2　装配图中的简化画法 …… 30
1.5.3　装配图中的规定画法 …… 31
1.6　第三角投影简介 …… 33
第 2 章　图样的注法 …… 36
2.1　尺寸注法 …… 36
2.1.1　尺寸注法示例 …… 38
2.1.2　常见零件结构要素的尺寸注法 …… 44
2.1.3　零件尺寸合理标注示例 …… 47
2.2　表面结构的表示法 …… 51
2.2.1　表面结构的图形符号 …… 51
2.2.2　表面结构参数的标注 …… 52
2.2.3　表面纹理的注法 …… 53
2.2.4　加工余量的注法 …… 54
2.2.5　表面结构要求在图样中的注法及示例 …… 54
2.3　极限与配合 …… 58
2.3.1　极限与配合的基本术语 …… 58
2.3.2　尺寸公差与配合的注法及示例 …… 63
2.4　几何公差 …… 66
2.4.1　几何公差的基本术语 …… 67
2.4.2　几何公差的符号 …… 67
2.4.3　公差框格 …… 68
2.4.4　几何公差的注法 …… 69
2.4.5　几何公差的标注示例 …… 71
第 3 章　常用结构要素表示法 …… 81
3.1　螺纹及螺纹紧固件表示法 …… 81
3.1.1　螺纹的规定画法 …… 81
3.1.2　螺纹及螺纹副的规定标记及标注 …… 83
3.1.3　螺纹紧固件的种类及标记 …… 86
3.1.4　螺纹紧固件的装配画法 …… 88
3.1.5　螺纹及螺纹紧固件附表 …… 93
3.2　键及其联结 …… 101
3.2.1　键的结构型式及标记 …… 101
3.2.2　键的画法及标注 …… 102
3.2.3　键附表 …… 104
3.3　销及其联接 …… 105
3.3.1　销的结构型式及标记 …… 105
3.3.2　销的画法及标注 …… 106
3.3.3　销附表 …… 107
3.4　花键及其联结 …… 107
3.4.1　矩形花键的画法及标注 …… 107
3.4.2　渐开线花键的画法及标注 …… 109
3.4.3　花键附表 …… 109

3.5　传动轮表示法 …… 111
- 3.5.1　圆柱齿轮的画法 …… 111
- 3.5.2　锥齿轮的画法 …… 113
- 3.5.3　蜗轮、蜗杆的画法 …… 115
- 3.5.4　链轮的画法 …… 118
- 3.5.5　V 带轮的画法 …… 121

3.6　弹簧表示法 …… 121
- 3.6.1　螺旋弹簧的画法 …… 122
- 3.6.2　碟形弹簧的画法 …… 124
- 3.6.3　平面涡卷弹簧的画法 …… 124
- 3.6.4　板弹簧的画法 …… 125
- 3.6.5　装配图中弹簧的画法 …… 125

3.7　中心孔表示法 …… 127
- 3.7.1　中心孔的符号及标记 …… 127
- 3.7.2　中心孔的注法及示例 …… 129

3.8　动密封圈表示法 …… 130
- 3.8.1　动密封圈的通用简化表示法 …… 130
- 3.8.2　动密封圈的特征简化表示法 …… 131

3.9　轴承表示法 …… 133
- 3.9.1　滚动轴承的画法 …… 133
- 3.9.2　滑动轴承的画法 …… 136

第 4 章　图形符号及其表示法 …… 141

4.1　机构运动简图 …… 141
- 4.1.1　机构运动简图用图形符号 …… 141
- 4.1.2　机构运动简图画法示例 …… 154

4.2　液压与气压传动图 …… 156
- 4.2.1　符号要素 …… 156
- 4.2.2　液压与气压传动元件符号 …… 158
- 4.2.3　液压与气压传动基本回路 …… 171
- 4.2.4　典型的液压、气压传动系统 …… 182

4.3　电气工程图 …… 184
- 4.3.1　常用电气图用图形符号 …… 184
- 4.3.2　概略图画法 …… 195
- 4.3.3　电路图画法 …… 196
- 4.3.4　接线图画法 …… 202
- 4.3.5　电气布置图画法 …… 207
- 4.3.6　常见电气工程图绘制与识读实例 …… 209

第 5 章　机械工程图样——零件图 …… 215

5.1　常见零件的合理结构 …… 215
- 5.1.1　铸件 …… 215
- 5.1.2　锻件 …… 230
- 5.1.3　钣金件 …… 233
- 5.1.4　焊接件 …… 237

5.2　机械加工的工艺结构 …… 248

5.3　典型零件的表达方法 …… 253
- 5.3.1　轴套类零件 …… 253
- 5.3.2　轮盘类零件 …… 257
- 5.3.3　叉架类零件 …… 259
- 5.3.4　箱体类零件 …… 261

第 6 章　机械工程图样——装配图 …… 266

6.1　装配图的内容 …… 266

6.2　装配图表达方案的选择 …… 266
- 6.2.1　装配图的规定画法 …… 266
- 6.2.2　装配图的特殊表达方法 …… 267

6.3　装配图上的尺寸注法 …… 270

6.4　装配图上零、部件序号的编排及明细栏 …… 270
- 6.4.1　装配图零、部件序号的编排 …… 270
- 6.4.2　装配图中的明细栏 …… 271

6.5　装配结构的合理性 …… 272
- 6.5.1　常见的装配工艺结构 …… 272
- 6.5.2　常见的润滑结构 …… 276
- 6.5.3　常见的密封装置 …… 279
- 6.5.4　锁紧结构和螺纹联接防松结构 … 282
- 6.5.5　轴上零件的连接和固定 …… 285

6.6　装配图的画法示例 …… 288
- 6.6.1　千斤顶 …… 289
- 6.6.2　管钳 …… 289
- 6.6.3　机用虎钳 …… 292
- 6.6.4　铣刀头 …… 294
- 6.6.5　手动气阀 …… 295
- 6.6.6　回油阀 …… 295
- 6.6.7　齿轮油泵 …… 298
- 6.6.8　弯曲模 …… 301
- 6.6.9　自动伸销机构 …… 301
- 6.6.10　焊接夹具旋转台 …… 304
- 6.6.11　螺柱焊工作台 …… 305

第 7 章　识图提高 …… 308

7.1　简单结构体识图 …… 308
- 7.1.1　通过已知投影构造不同形体 …… 308
- 7.1.2　视立体为切割形成 …… 310

7.2　复杂结构体识图 …… 312

附录　书中采用的国家和行业标准 …… 318

参考文献 …… 322

第 1 章　图样的画法

在生产实践中，机件的结构形状是多种多样的，因此，应根据机件的结构和形状特点，采用适当的表达方法，在完整、清晰地表达机件的前提下，力求制图简便。为此，技术制图国家标准和机械制图国家标准规定了视图、剖视图、断面图、局部放大图、简化画法等各种画法。本章着重介绍其中一些常用的图样画法。

1.1　视图

根据机件的结构和形状特点，GB/T 4458.1—2002《机械制图　图样画法　视图》中将视图分为基本视图、向视图、局部视图和斜视图四种。下面分别加以介绍。

1.1.1　基本视图

如图 1-1 所示，六面体的 6 个面称为基本投影面，将机件放在六面体当中，分别向 6 个基本投影面投射所得到的 6 个视图称为基本视图，分别是主视图、俯视图、左视图、右视图、仰视图和后视图。

6 个基本视图的展开方法如图 1-2 所示。

6 个基本视图的配置如图 1-3 所示，此时它们按投影关系放置，不需标注各基本视图的名称。

注意：在实际应用时，并不是对所有的机件都需要画出 6 个基本视图，应根据机件的结构和形状特点选择适当的基本视图，力求表达简明、制图简便，避免不必要的重复表达。

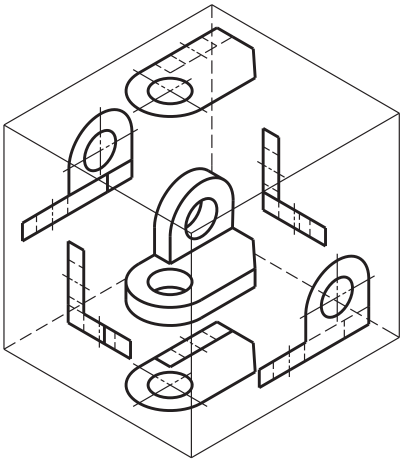


图 1-1　机件在 6 个基本投影面上的投影

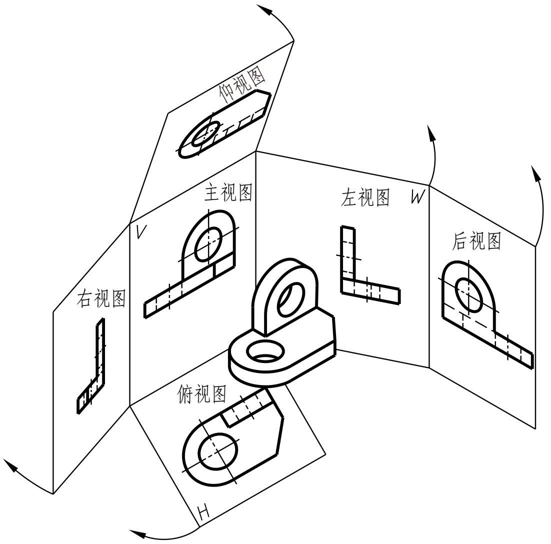


图 1-2　6 个投影面的展开

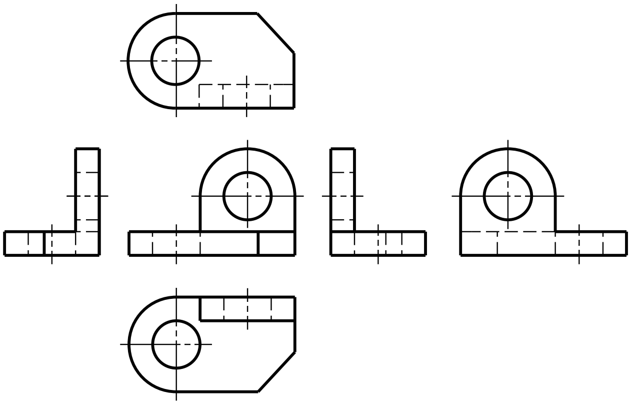


图 1-3　6 个基本视图按投影关系配置

1.1.2　向视图

向视图是可以自由配置的视图。

绘图时应在向视图上方用大写拉丁字母（如 *A*、*B*、*C* 等）标出向视图的名称，并在相应的视图附近用箭头指明投射方向，并标注相同的字母。图 1-4 是将图 1-3 中的右视图、仰视图和后视图 3 个视图画成 *A*、*B*、*C* 三个向视图

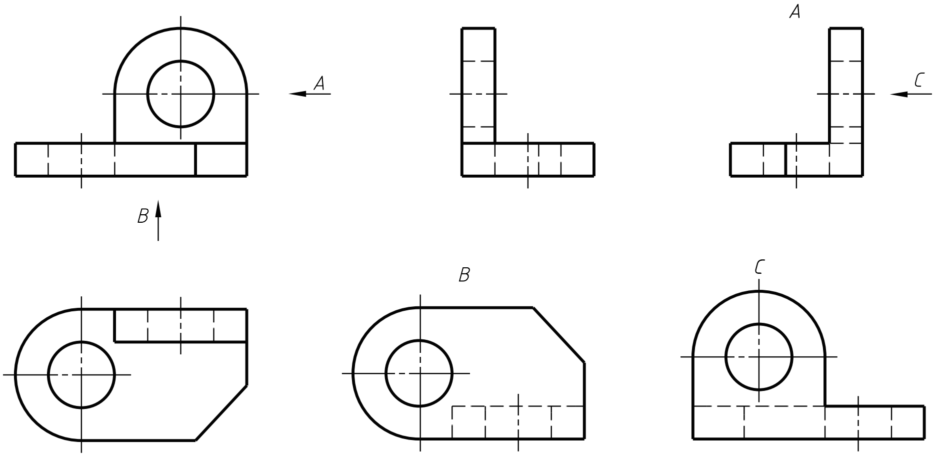


图 1-4　向视图

1.1.3　局部视图

将机件的某一部分向基本投影面投射所得到的视图称为局部视图。局部视图分为以下两种情况：

1）用于表达机件的局部形状，如图 1-5 和图 1-6 所示。

局部视图的断裂边界用波浪线或双折线表示，若局部视图所表示的局部结构完整，且外轮廓是完整的封闭图形，则不必画出表示断裂边界的波浪线，如图 1-5 中局部视图 *B* 所示。

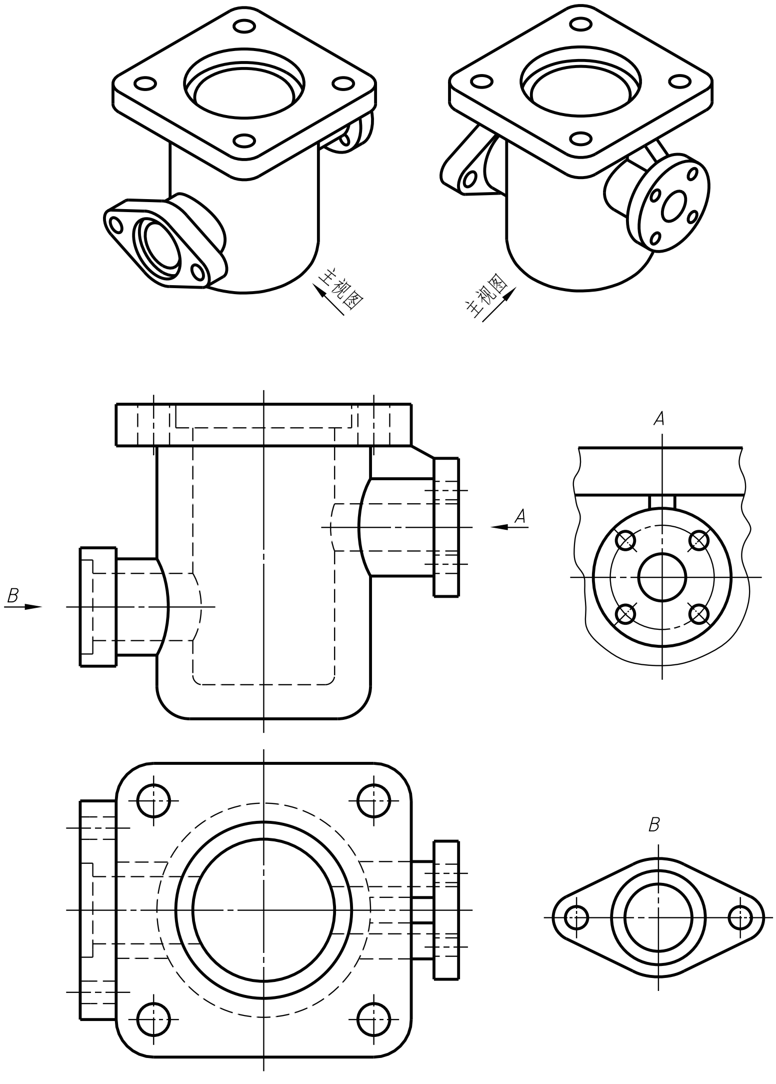


图 1-5　局部视图

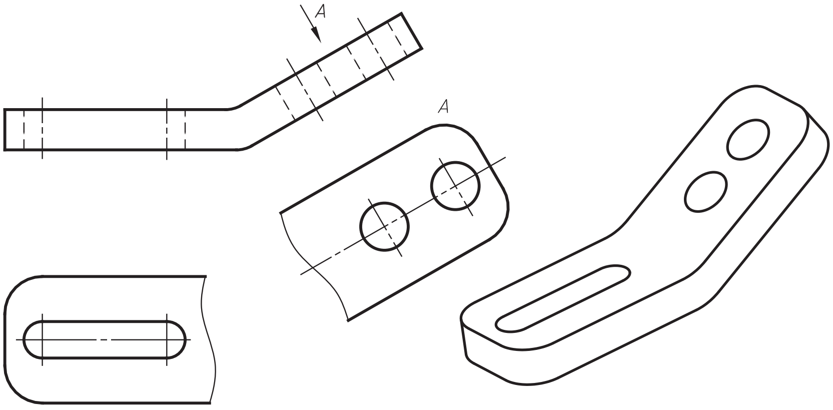


图 1-6　局部视图和斜视图

局部视图可以按向视图的配置方法放置，此时应按向视图的标注方法进行标注，如图 1-5 中局部视图 *A*、*B* 所示。

局部视图可以按基本视图的配置方法放置，此时不加标注，如图 1-6 中俯视图及图 1-8a 所示。

2）为了节省绘图时间和图幅，对对称构件或零件的视图可只画 1/2 或 1/4，并在对称中心线的两端画出与其垂直的两条互相平行的细实线，如图 1-7 所示。

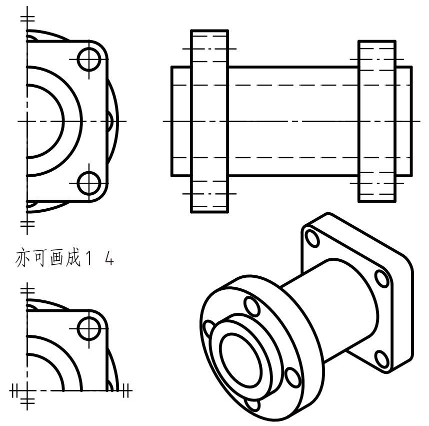


图 1-7　对称机件的局部视图

1.1.4　斜视图

将机件上的倾斜部分向不平行于任何基本投影面的平面（通常是基本投影面的垂直面）投射所得到的视图称为斜视图，如图 1-6 中的 *A* 视图和图 1-8b 所示。

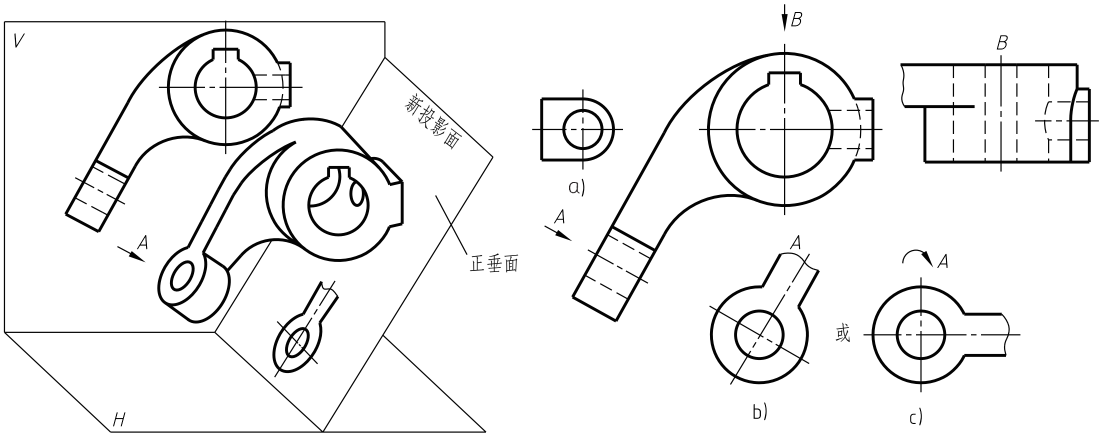


图 1-8　斜视图

斜视图的画法要注意以下几个方面：

斜视图无论是配置在箭头所指的方向上或平移到其他位置上，均按向视图的标注形式进行标注，如图 1-6 和图 1-8 中 *A* 向斜视图所示。

为了绘图简便和看图方便，在不致引起误解的情况下，允许将斜视图旋转放正画出，使图形的主要轮廓线成水平或铅垂位置。转角通常应小于 90°，如图 1-8c 所示。

斜视图旋转后要加注旋转符号，旋转符号的箭头指向表示斜视图的旋转方向，表示视图名称的大写拉丁字母要写在箭头一侧。

1.2　剖视图

本节根据 GB/T 17452—1998 和 GB/T 4458.6—2002 编写。

1.2.1　全剖视图

用剖切面将机件全部剖开所得到的剖视图称为全剖视图，图 1-9 所示为机件全剖视图的

画法。

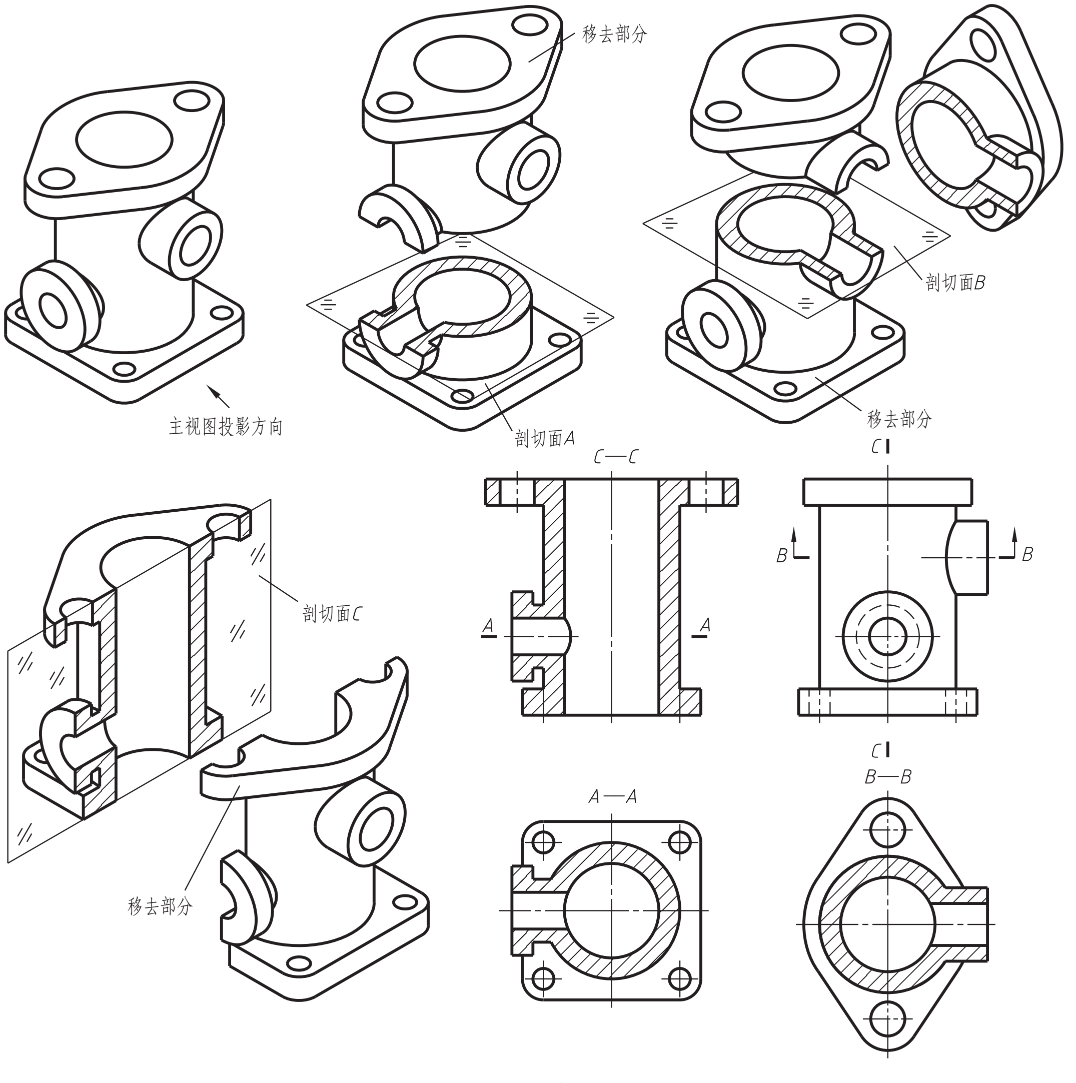


图 1-9　全剖视图

1.2.2　半剖视图

当机件具有对称（或基本对称）平面时，向垂直于对称平面的投影面上投射所得的图形，以对称中心线为界，一半画成视图，一半画成剖视图，这种组合的图形称为半剖视图，如图 1-10 所示。

1.2.3　局部剖视图

用剖切面局部剖开机件所得到的剖视图称为局部剖视图，如图 1-11 所示。

局部剖视图中视图与剖视图的分界线一般是波浪线或双折线。波浪线不能穿空而过（即剖切面和观察者之间的通孔、通槽内不能画波浪线），不能超出投影轮廓素线的范围，不能与图形上的其他任何图线重合或画在轮廓线的延长线上，如图 1-12 和图1-13所示。

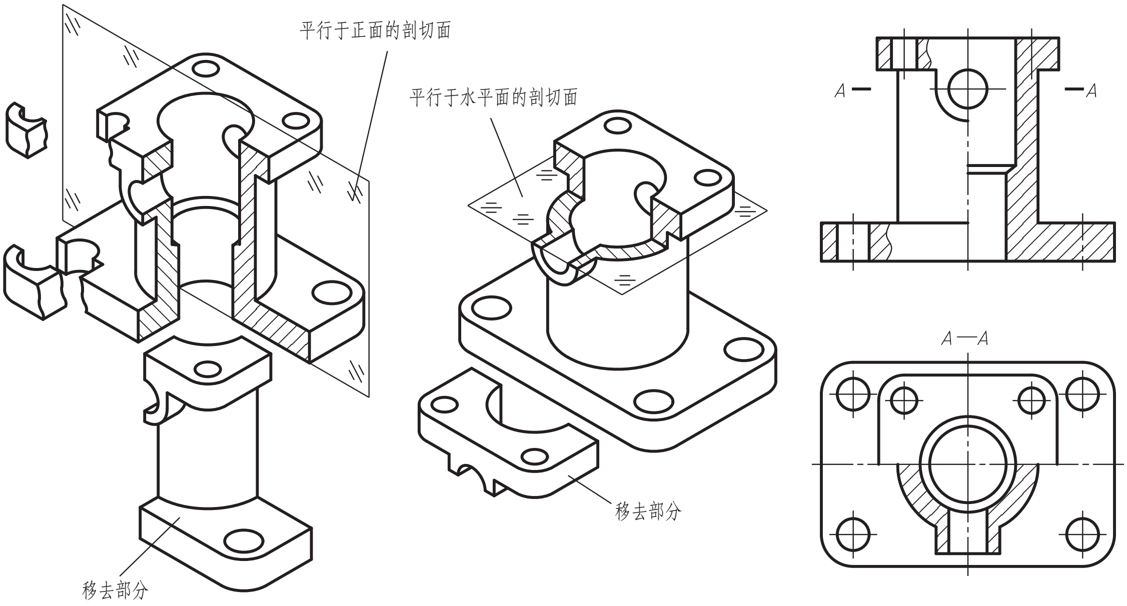
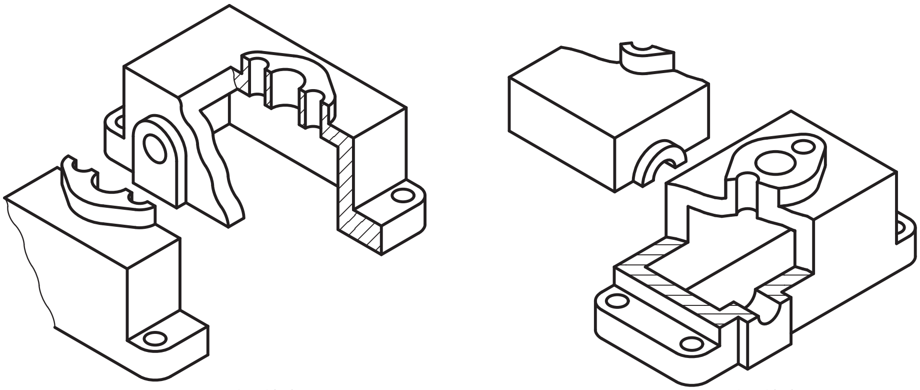
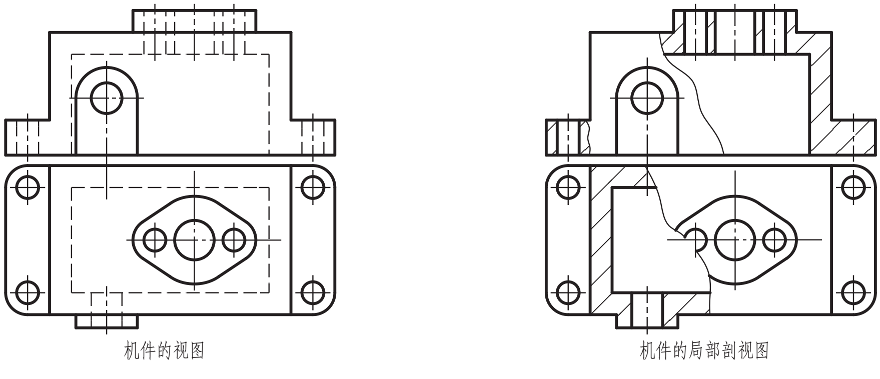


图 1-10　半剖视图



局部剖视图形成的模型图　　局部剖视图形成的模型图



机件的视图　　机件的局部剖视图

图 1-11　局部剖视图

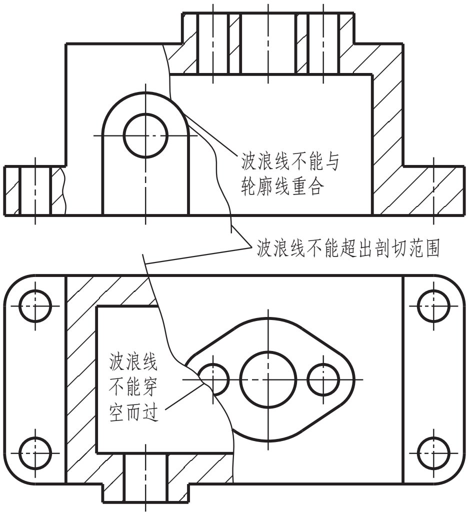


图 1-12　波浪线的正误画法（一）

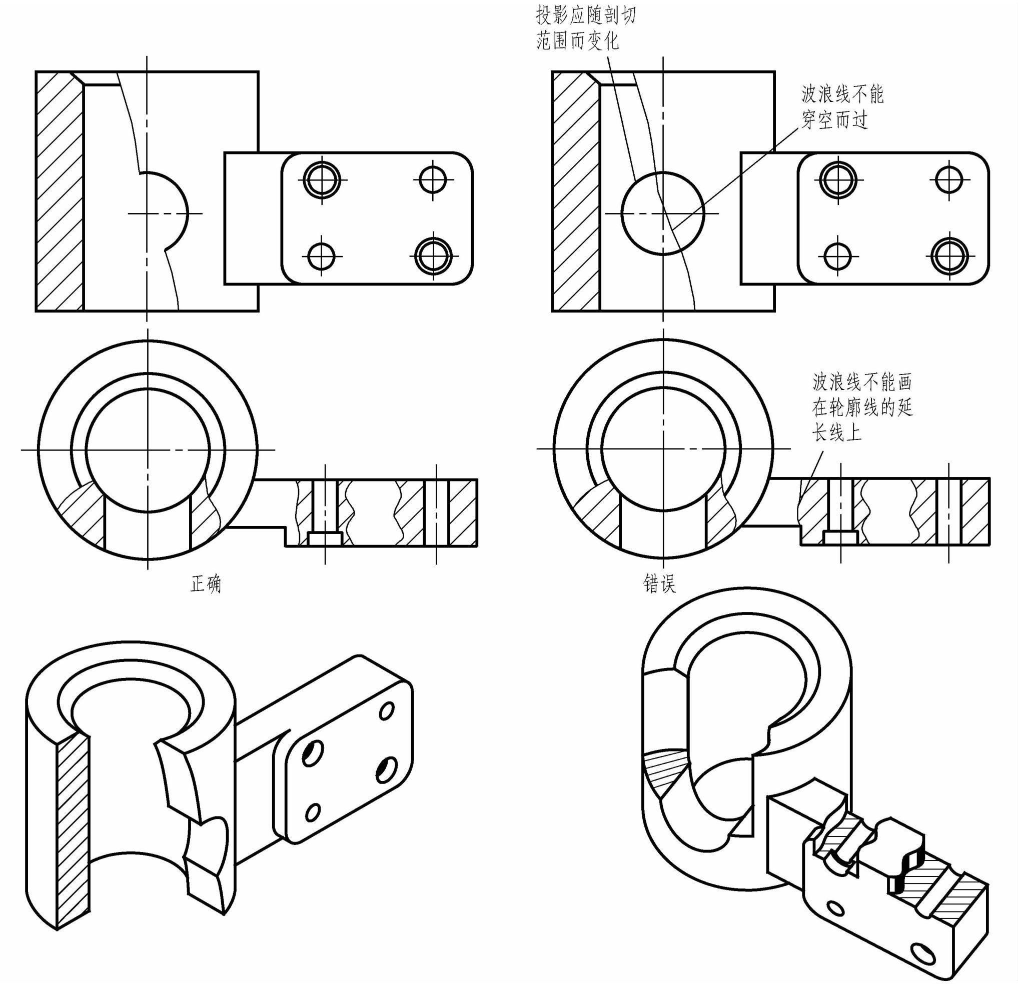


图 1-13　波浪线的正误画法（二）

实心杆、轴上有小孔或凹槽时常采用局部剖视图，如图 1-14 所示。

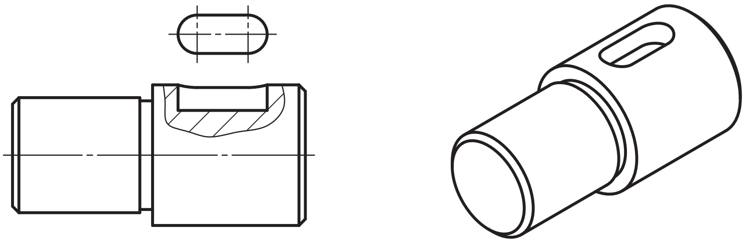


图 1-14　实心杆、轴上有小孔或凹槽

机件对称，但视图的中心线与轮廓线重合，不宜画成半剖视图时，应采用局部剖视图，如图 1-15 所示。

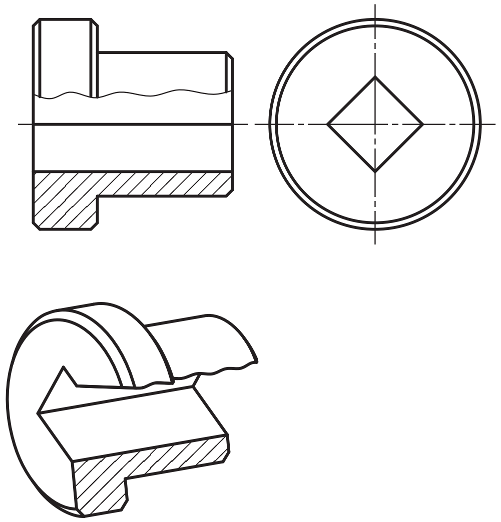
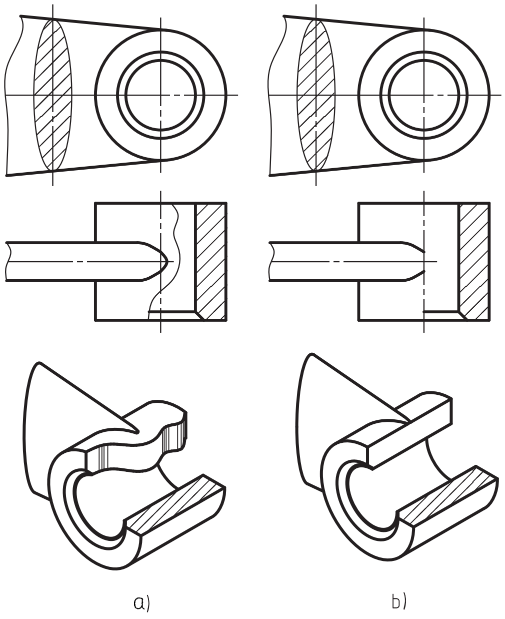


图 1-15　局部剖视图的应用



a)　b)

图 1-16　被剖切结构为回转体

a）一般画法　b）允许画法

当被剖切的局部结构为回转体时，允许将该结构的轴线作为视图和剖视图的分界线，如图 1-16 所示。

1.2.4　剖切面

1. 单一剖切面

1）用平行于某一基本投影面的单一剖切平面剖切机件。前面介绍的全剖、半剖和局部剖视图中所用的剖切面都属于这种剖切面。这是一种常用的剖切方法。

2）用不平行于任何基本投影面但垂直于一个基本投影面的单一剖切平面剖切机件，如图 1-17 中的“*B*—*B*”剖视图是用一个正垂面剖切机件所产生的全剖视图，图 1-18 中的“*A*—*A*”剖视图是用一个铅垂面剖切机件所产生的局部剖视图。

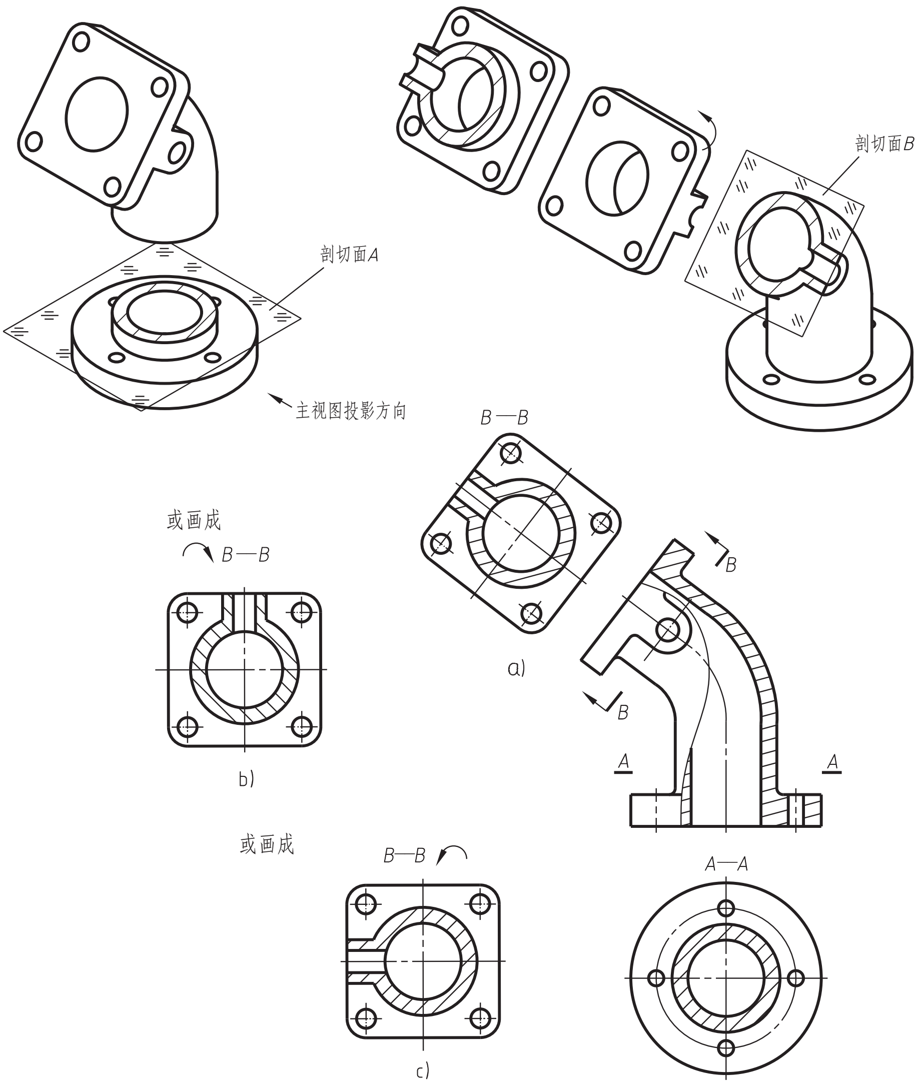


图 1-17　用投影面垂直面剖得的全剖视图

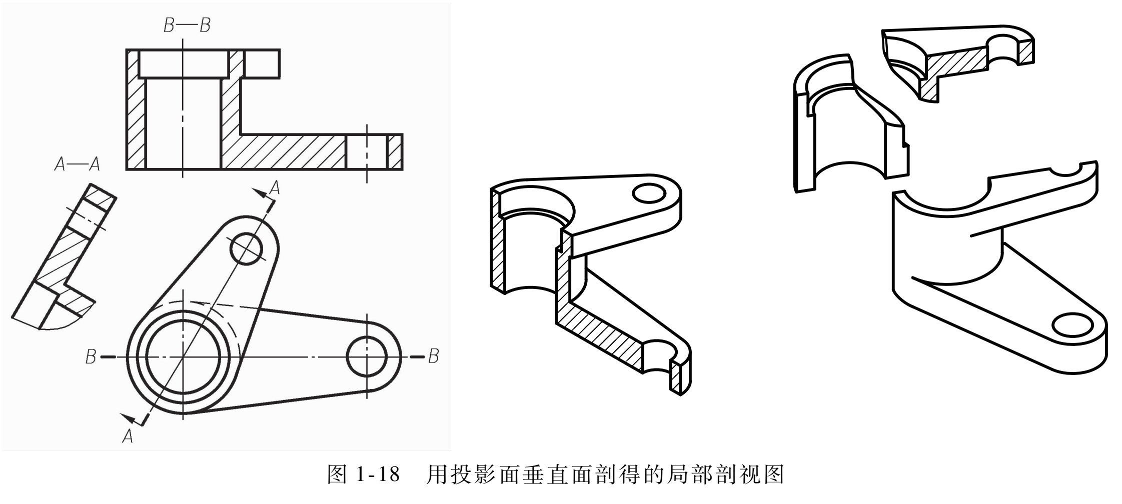


图 1-18　用投影面垂直面剖得的局部剖视图

3）用单一柱面剖切机件。采用单一柱面剖开机件时，剖视图一般展开绘制，如图 1-19 是用单一柱面剖切得到的全剖视图，图 1-20 是用单一柱面剖切得到的局部剖视图，此时，应在剖视图名称中加注“展开”二字。

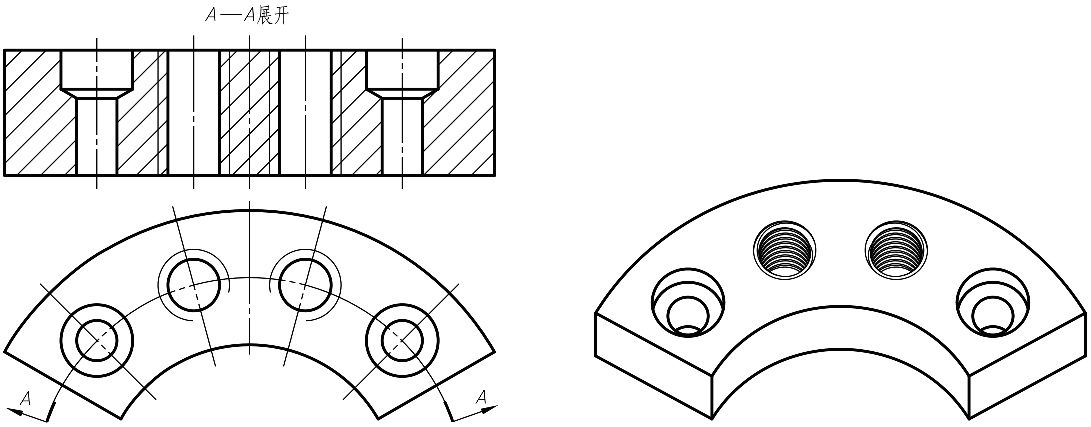


图 1-19　用单一柱面剖切得到的全剖视图

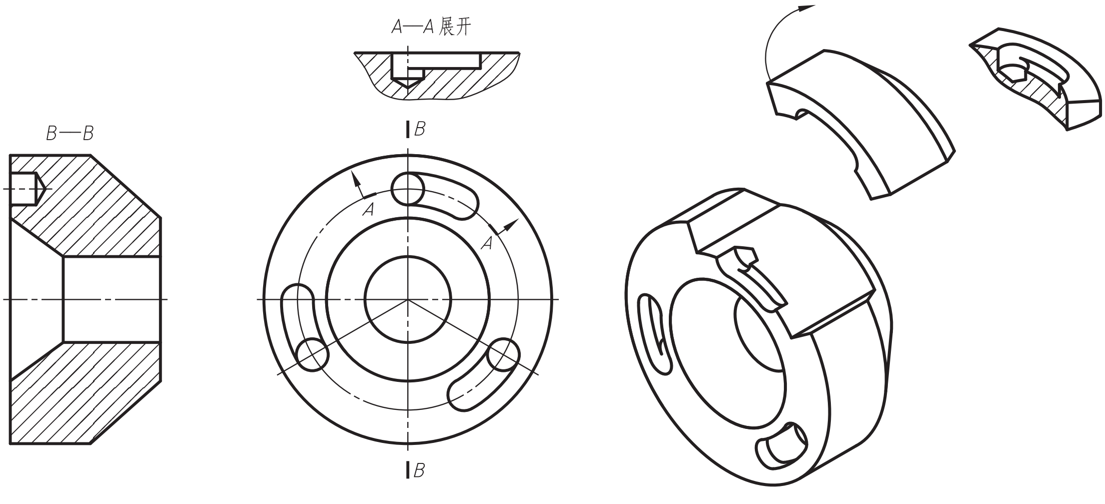


图 1-20　用单一柱面剖切得到的局部剖视图

2. 几个相互平行的剖切面

这种剖切方法适用于机件上的孔、槽等内部结构不在同一平面内，只能用几个平行的剖切面才能同时剖到，并且在选定的投射方向上，这些内部结构的投影互不重叠的情况，如图 1-21 所示机件。

图 1-22 是用两个正平面剖切机件得到的半剖视图；图 1-23 是用两个正平面剖切机件得到的局部剖视图。

相互平行的剖切平面不得互相重叠，彼此之间的转折面应垂直于剖切平面，剖视图中不画出转折面的投影，并且转折处不应与图上的轮廓线重合，如图 1-24b 中的注释。

剖视图内不应出现不完整要素，相同的内部结构只需剖切到一处即可。仅当两个要素具有公共对称中心线或轴线时，可以对称中心线或轴线为界各画一半，如图 1-25 所示。

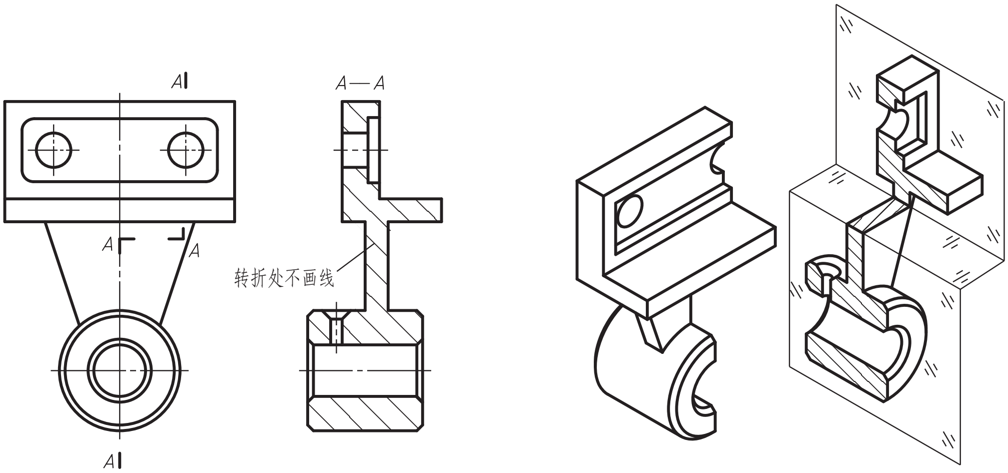


图 1-21　用平行平面剖切的全剖视图

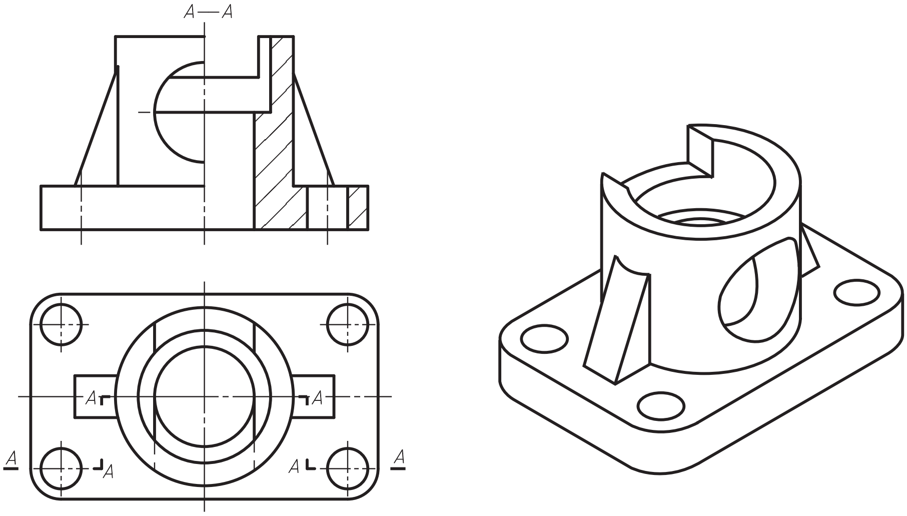


图 1-22　用两个正平面剖切机件得到的半剖视图

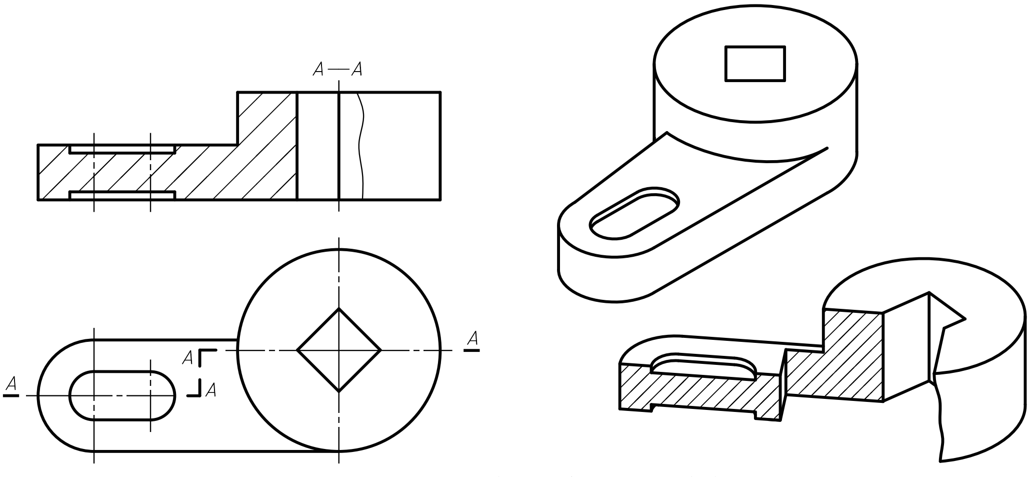


图 1-23　用两个正平面剖切机件得到的局部剖视图

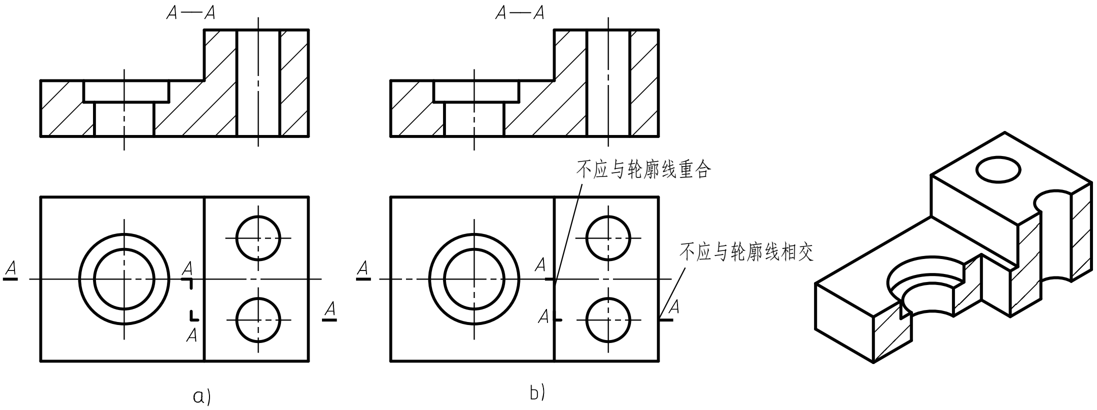


图 1-24　用两个相互平行平面剖切的正误标注

a） 正确标注　b） 错误标注

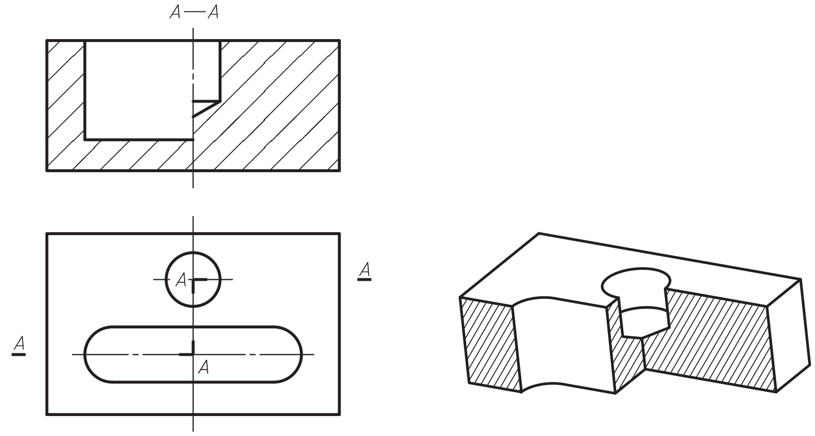


图 1-25　具有公共对称中心线的剖切方法

3. 几个相交的剖切面（交线垂直于某一投影面）

有如下三种情况：

1） 用两个相交的平面剖切机件，这种方法称为旋转剖。

采用这种方法画剖视图时，先假想按剖切位置剖开机件，然后将剖开后所显示的结构及其有关部分旋转到与选定的投影面平行，再进行投射。在剖切平面后的其他结构仍按原位置投影，如图 1-26、图 1-27 所示。

当剖切后产生不完整要素时应将该部分按不剖绘制，如图 1-27、图 1-28 所示。

2） 用连续几个相交的剖切平面进行剖切，此时剖视图应采用展开画法，并在剖视图上方标注“*X*—*X* 展开”，如图 1-29 所示。

3） 相交的剖切面与其他剖切面组合，如图 1-30、图 1-31 所示。

1.2.5　剖视图的配置及标注

1） 剖视图的配置仍按视图配置的规定。一般按投影关系配置，如图 1-9、图 1-10 所示。必要时允许配置在其他适当位置，但此时必须进行标注。

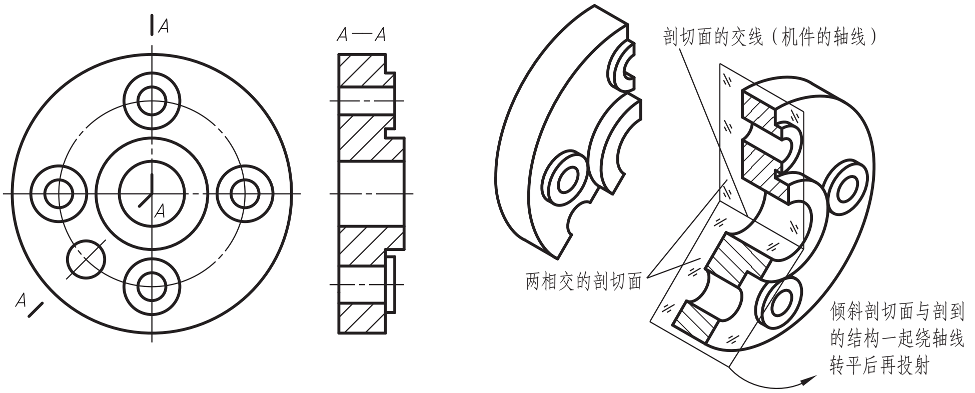


图 1-26　几个相交的剖切面剖切（一）

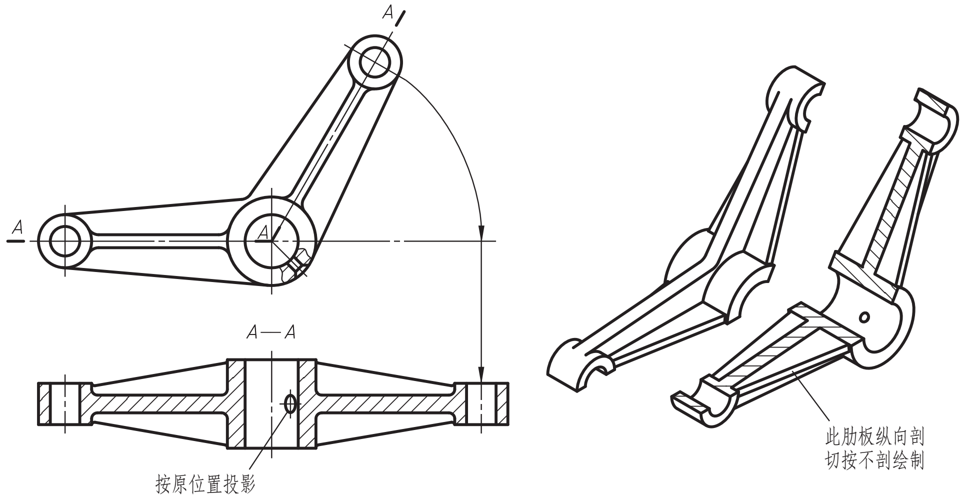


图 1-27　几个相交的剖切面剖切（二）

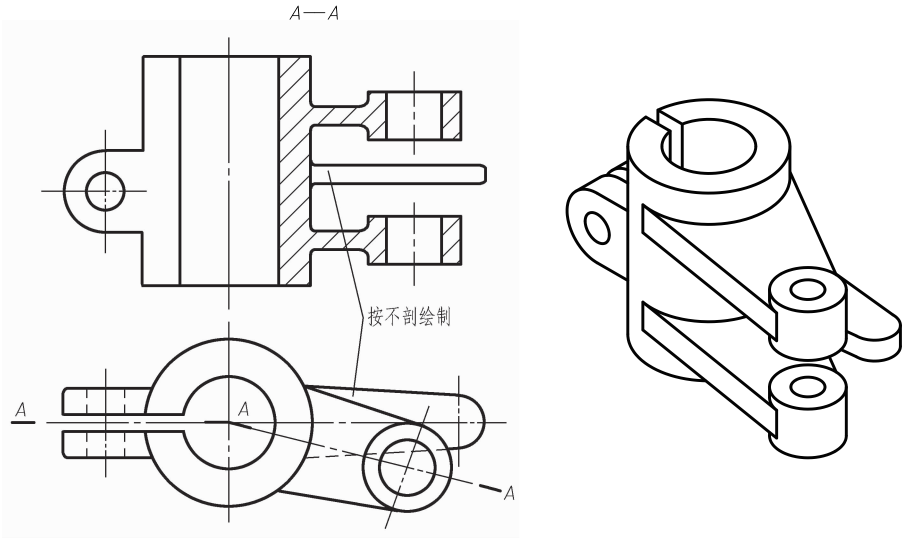


图 1-28　几个相交的剖切面剖切（三）

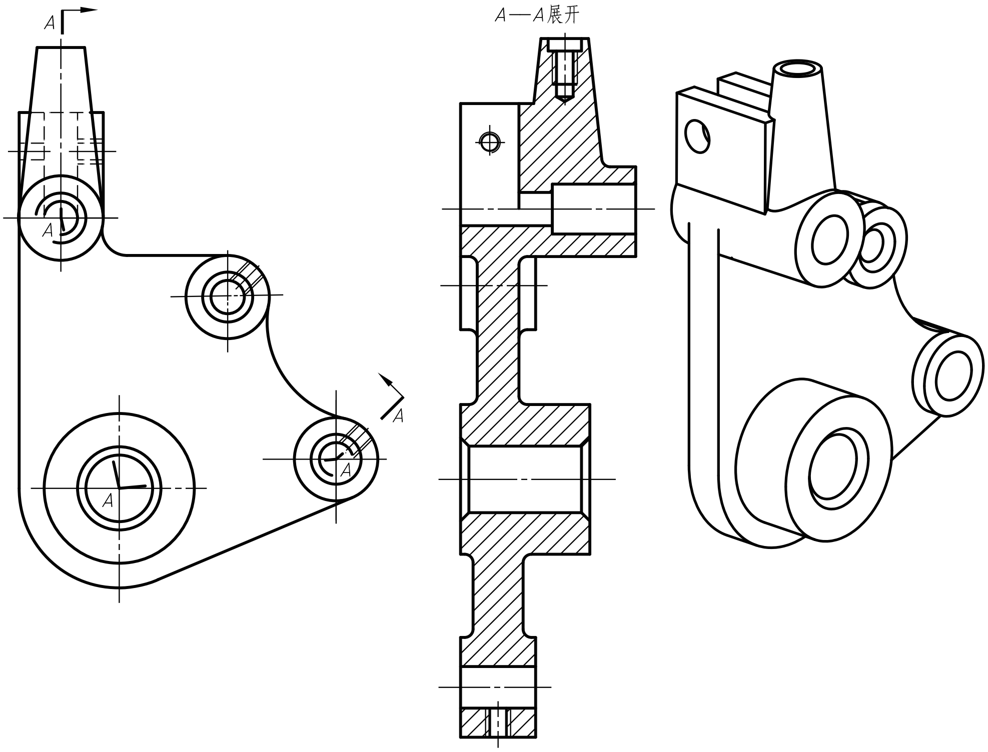


图 1-29　展开画法

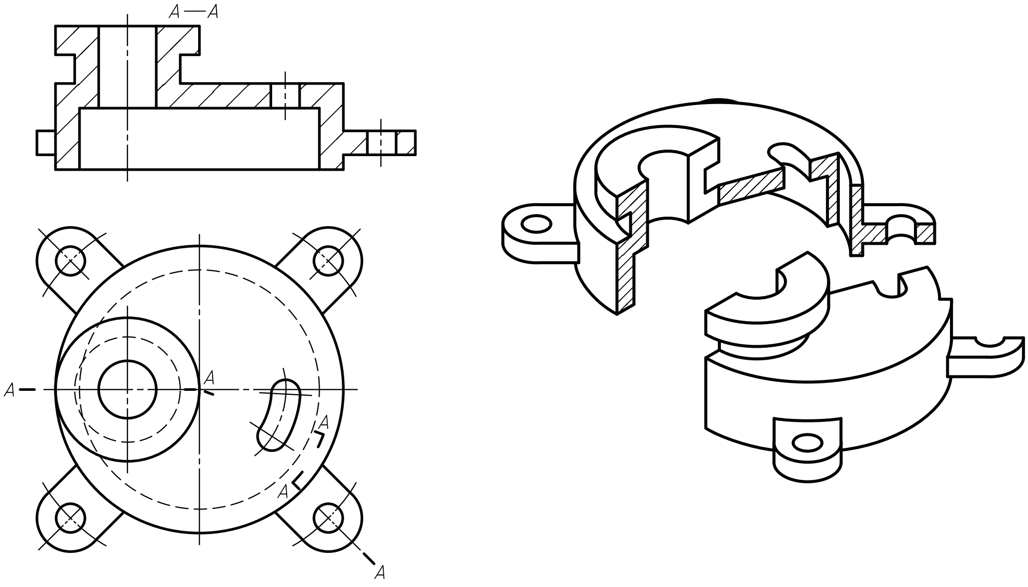


图 1-30　组合剖切（一）

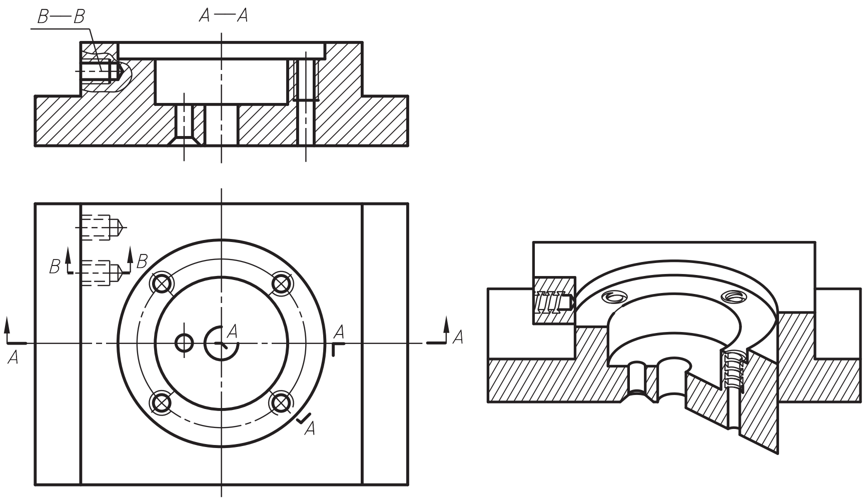
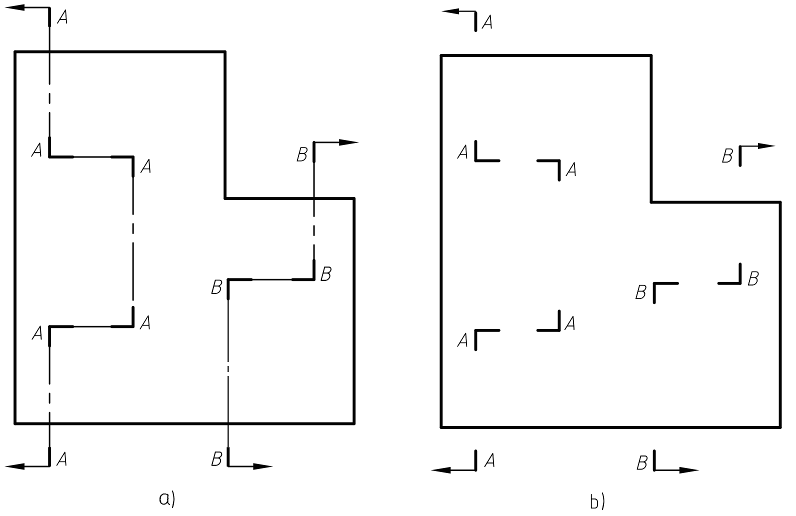


图 1-31　组合剖切（二）

2）一般应在相应视图上用剖切符号表示剖切平面的起、迄和转折位置，在剖切符号两端画与之垂直的箭头表示剖视图投射方向，用大写拉丁字母“*X*”表示剖切平面的名称，在相应的剖视图上方用相同字号的相同字母标注出剖视图的名称“*X*—*X*”。

3）剖切符号、剖切线（指示剖切平面位置的细点画线）和字母的组合标注如图 1-32a 所示，剖切线也可省略不画，如图 1-32b 所示。



a)　　b)

图 1-32　剖视图的标注（一）

4）剖切符号为线宽 1～1.5*d*（*d* 为图形中粗实线的宽度）、长 3～6mm 的粗短线，绘制时尽可能不与图形轮廓线相交。箭头线为细实线，剖切线为细点画线。

5）当单一剖切面重合于机件的对称平面（或基本对称平面），且剖视图按照基本视图的规定位置配置，中间又无其他图形分隔时，可省略标注，如图 1-10 中主视图所示。

6）当单一剖切面不是机件的对称面，剖视图按照基本视图的规定位置配置，中间又无其他图形分隔时，可省略箭头，如图 1-10 中俯视图所示。

7）局部剖视图的标注应遵循剖视图的标注规则，但对于单一剖切面且剖切位置明显的局部剖视图，应省略标注。

8）当用几个剖切面剖开机件，得到的剖视图为相同图形时，可按图1-33所示的形式标注。

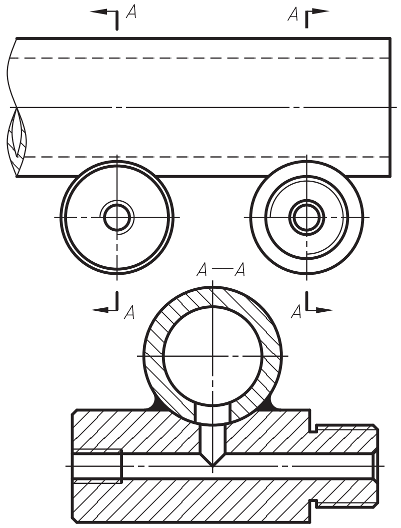


图1-33　剖视图的标注（二）

9）用一个公共剖切平面剖开机件，按不同方向投射得到的两个剖视图，可按图1-34所示的形式标注。

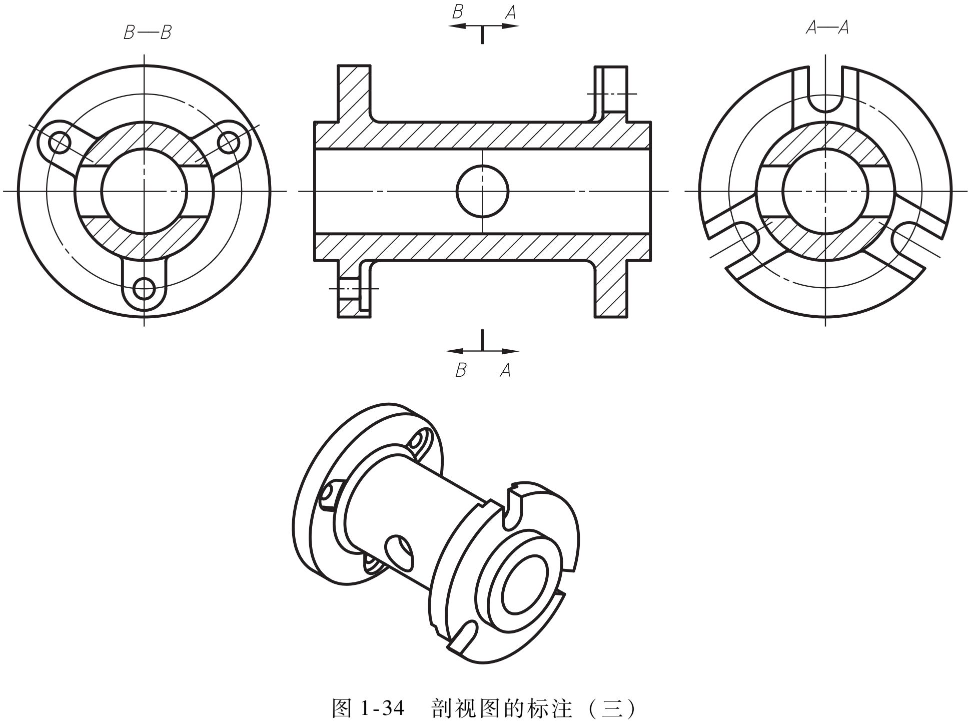


图1-34　剖视图的标注（三）

1.3　断面图

本节内容根据 GB/T 17452—1998 和 GB/T 4458.6—2002 编写。

断面图分为移出断面图和重合断面图两种。

1.3.1　移出断面图

1）移出断面图的图形应画在视图之外，轮廓线用粗实线绘制，如图 1-35 所示。

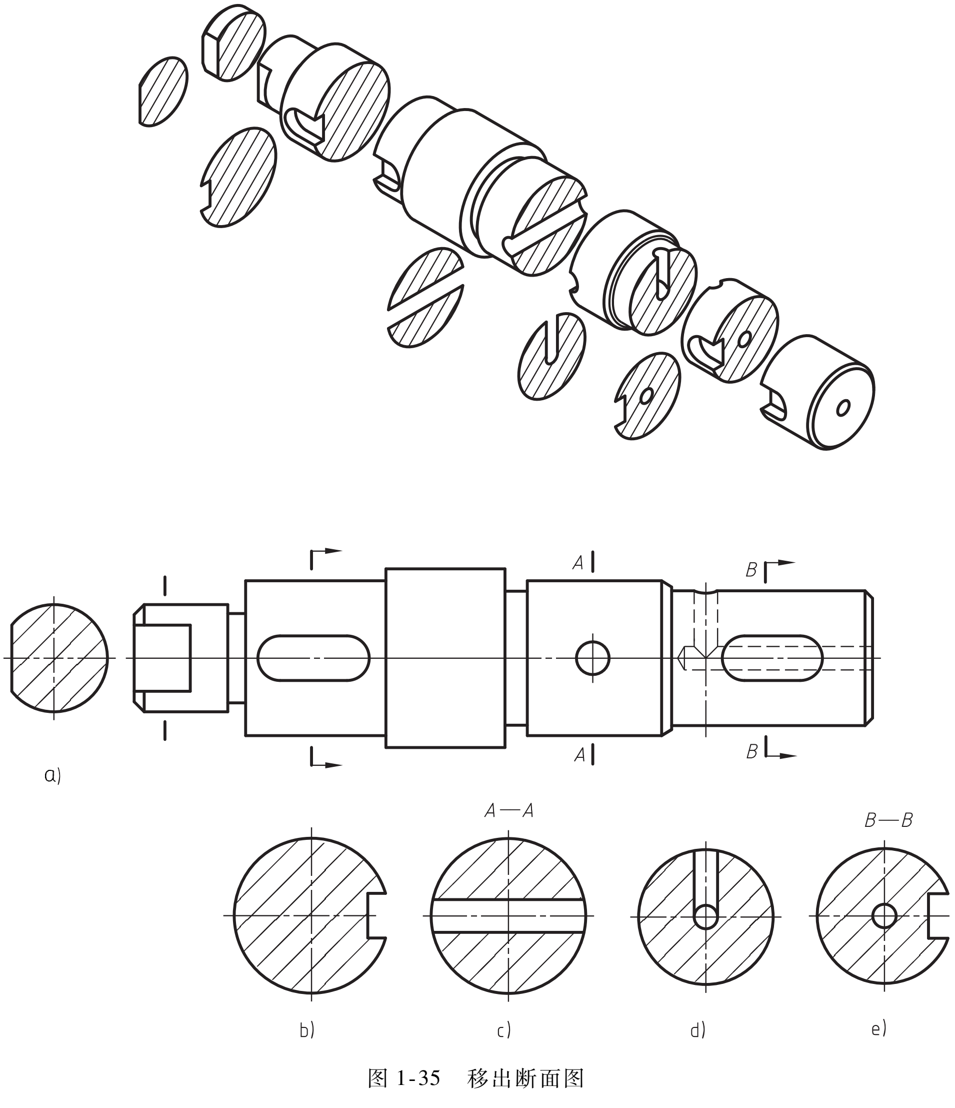


图 1-35　移出断面图

2）移出断面图尽量配置在剖切符号或剖切线的延长线上，如图 1-35b、d 所示，也可将移出断面图配置在其他适当的位置，如图 1-35a、c、e 所示。

3）当剖切平面通过回转面形成的孔或凹坑的轴线时，这些结构应按剖视绘制，如图 1-35c、d 所示。

4）当剖切平面通过非圆孔导致出现完全分开的两个断面时，这些结构也按剖视绘制，如图 1-36 所示。

5）由两个或多个相交平面剖切得出的对称移出断面图，应画在一条剖切线的延长线上，中间用波浪线或双折线断开，一般不标注，如图 1-37 所示。

6）对称的移出断面图可画在视图的中断处，不标注，如图 1-38 所示。

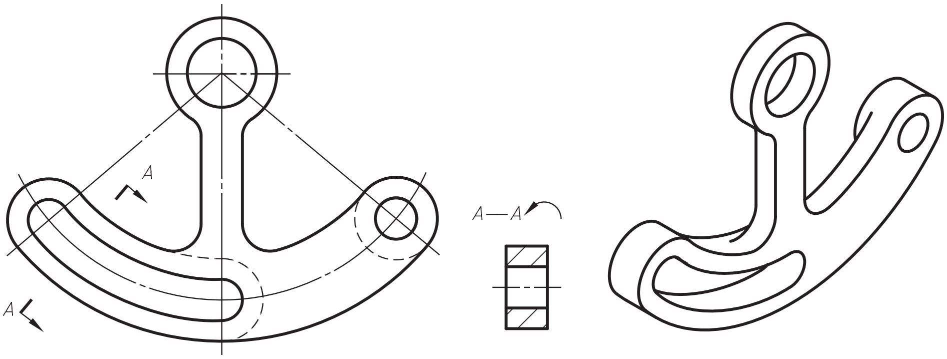


图 1-36　按剖视绘制的移出断面图

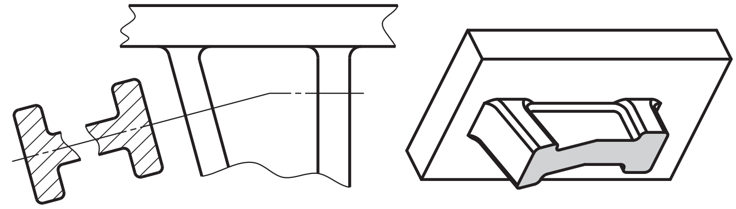


图 1-37　相交剖切平面获得的对称移出断面图

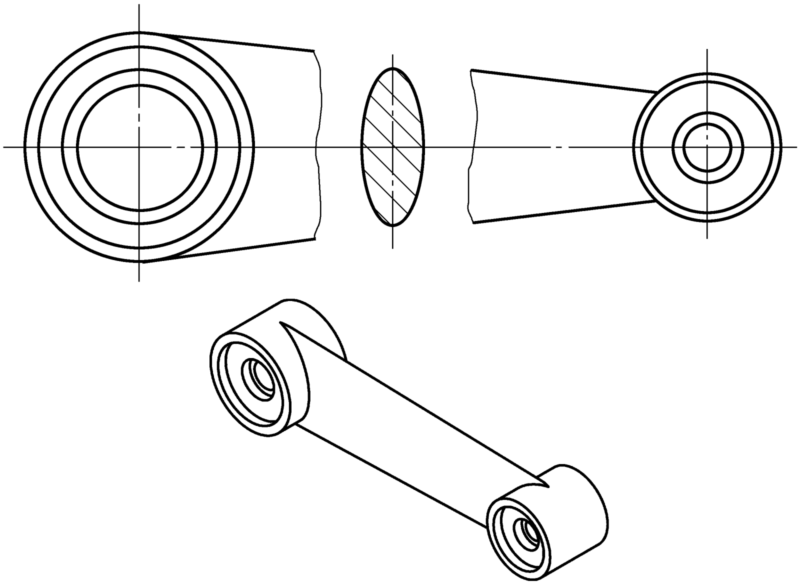


图 1-38　对称移出断面图可画在视图中断处

7）在不致引起误解时，允许将图形旋转配置，此时应在断面图上方注出旋转符号，断面图的名称应注在旋转符号的箭头端，如图 1-39 所示。

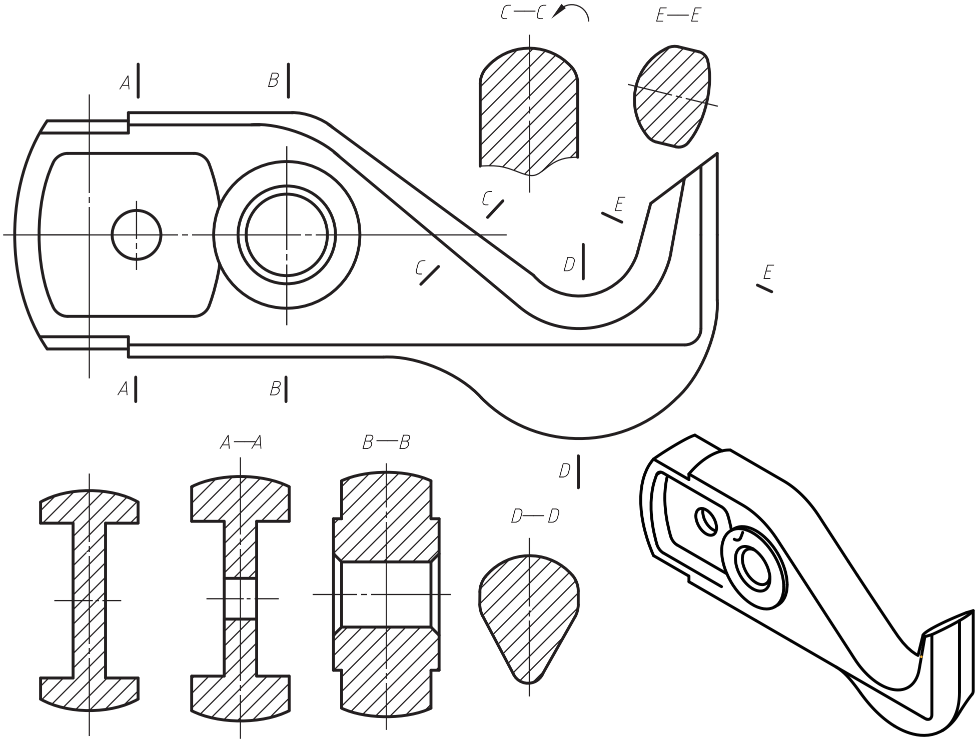


图 1-39　旋转配置的移出断面图

1.3.2　重合断面图

画在视图轮廓线内的断面图称为重合断面图。

重合断面图的轮廓线用细实线绘制，当视图中的轮廓线与重合断面图的轮廓线重叠时，视图中的轮廓线仍应连续画出，不可间断，如图 1-40 所示。

对称或不对称的重合断面图均可省略标注。

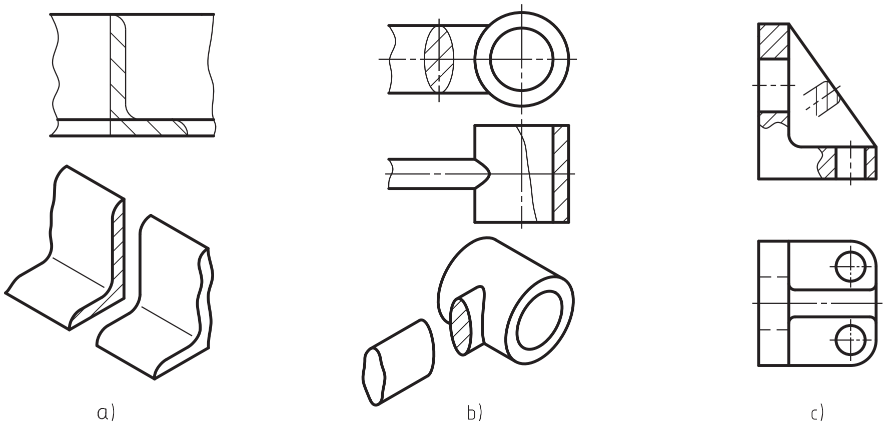

a)　b)　c)

图 1-40　重合断面图

1.3.3　断面图的配置及标注

移出断面图的标注方法与剖视图的标注方法相同，即在断面图上方用大写拉丁字母标注移出断面图的名称，在相应的视图上用剖切符号或剖切线表示剖切平面的位置，用箭头表示投射方向，并标注相同的字母，如图1-35所示。

下列情况可以省略全部或部分标注：

1）配置在剖切符号（或剖切线）延长线上的对称的移出断面图，可不标注，如图1-35d所示。

2）配置在剖切符号（或剖切线）延长线上的不对称的移出断面图可省略字母，如图1-35b所示。

3）没有配置在剖切符号（或剖切线）延长线上的对称移出断面图可省略箭头，如图1-35c所示。

4）按投影关系配置的不对称移出断面图，可省略箭头，如图1-35a所示。

5）配置在图形中断处的对称的移出断面图不标注，如图1-38所示。

1.4　规定画法和简化画法

1.4.1　剖视图和断面图中的规定画法

对于机件的肋、轮辐、薄壁等，如按纵向剖切，这些结构不画剖面符号，而用粗实线将它与其相邻部分分开，如图1-41中主视图、图1-42中左视图所示；如按横向剖切则应画剖面符号，如图1-41中俯视图所示。

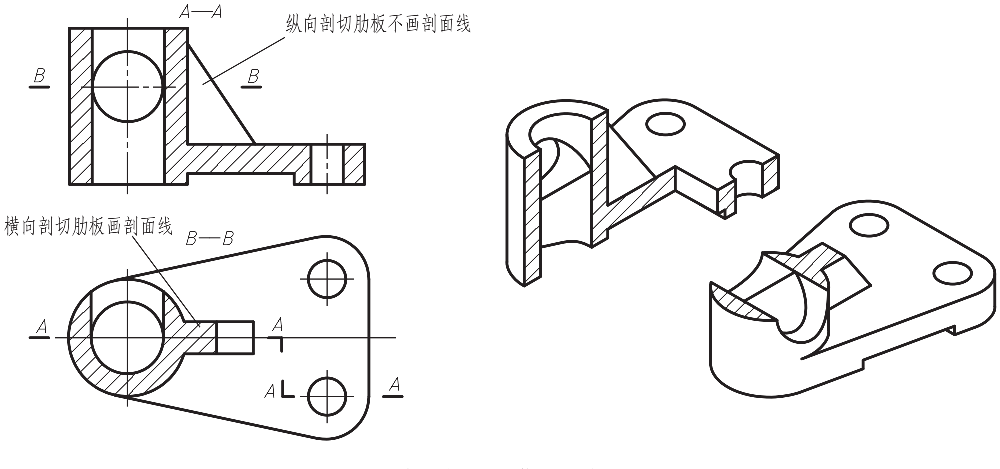


图1-41　肋、轮辐、薄壁的剖视图画法

1）当肋板或轮辐上的部分内形需要表达时，可画成局部剖视图，如图1-43所示的斜孔。

2）当回转体机件上均匀分布的肋、轮辐、孔等结构不处于剖切平面上时，可将这些结构旋转到剖切面上画出，如图1-44所示的小孔。

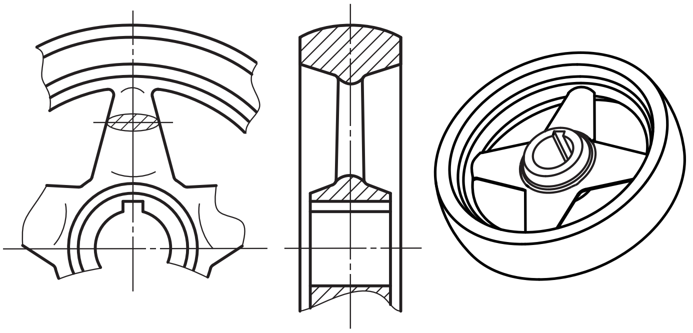


图 1-42　肋、轮辐、薄壁的断面图画法

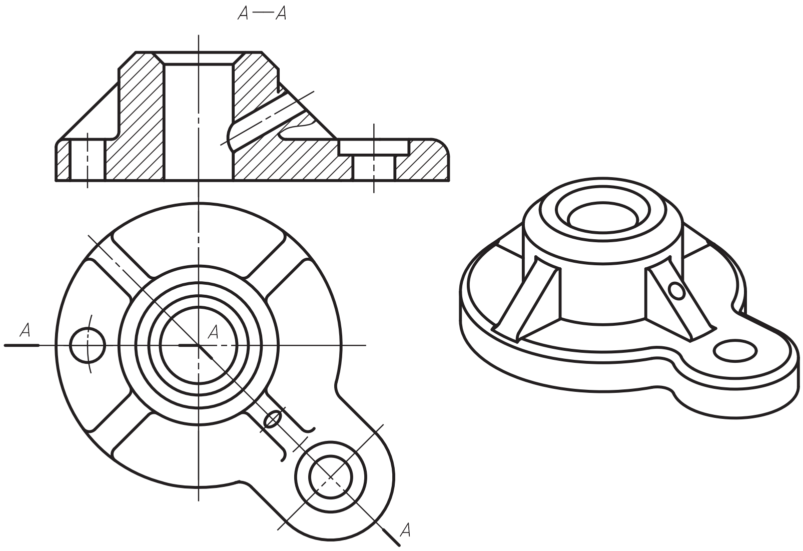


图 1-43　板或轮辐上的部分内形需要表达时的画法

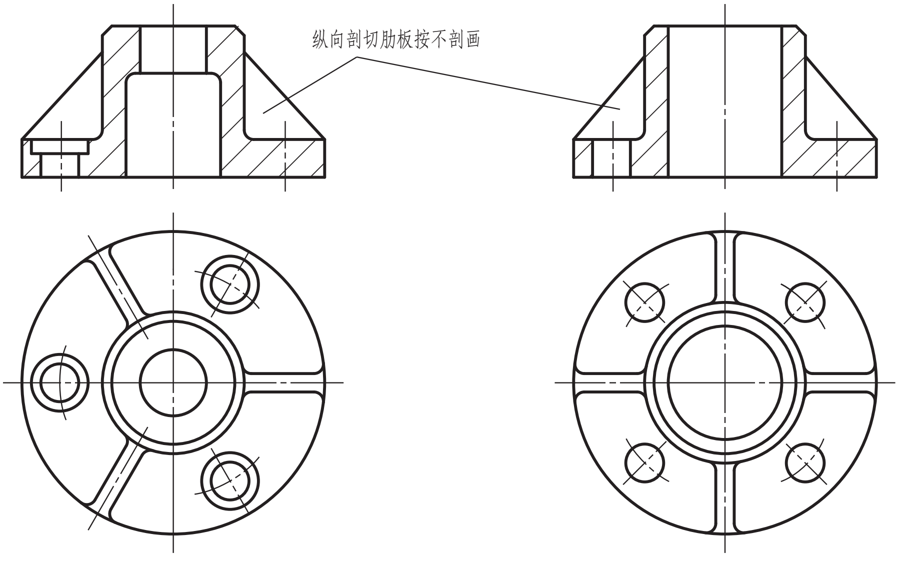


图 1-44　均匀分布的肋、轮辐、孔等结构不处于剖切平面上时的画法

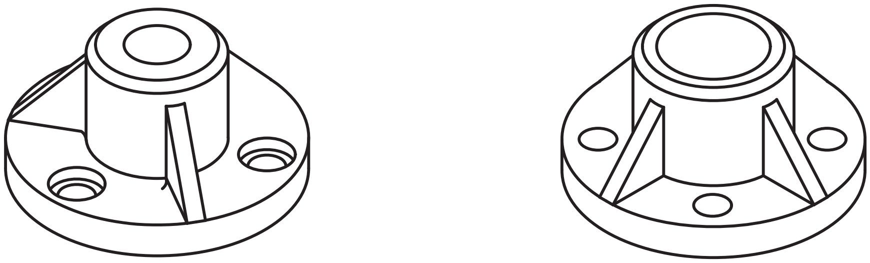


图 1-44　均匀分布的肋、轮辐、孔等结构不处于剖切平面上时的画法（续）

3） 在不致引起误解时，允许省略剖面符号，但有关标注不变，如图 1-45 所示。

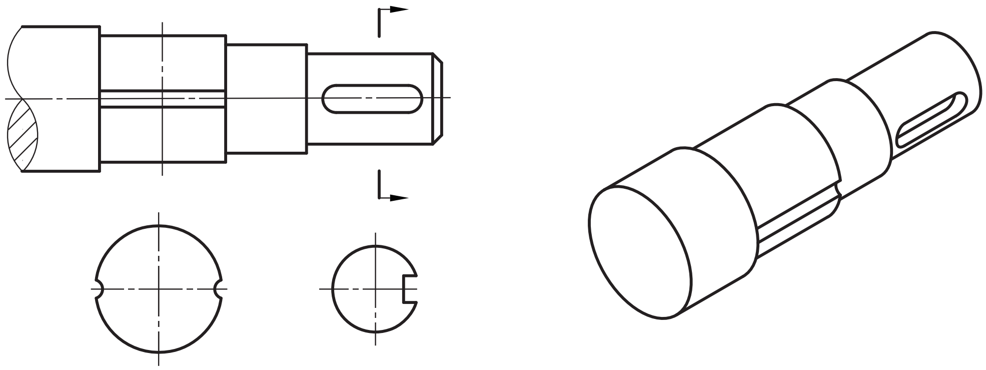


图 1-45　允许省略剖面符号

4）用一系列断面图表示机件上较复杂的曲面时，可只画出断面图轮廓，并可配置在同一个位置上，如图 1-46 所示。

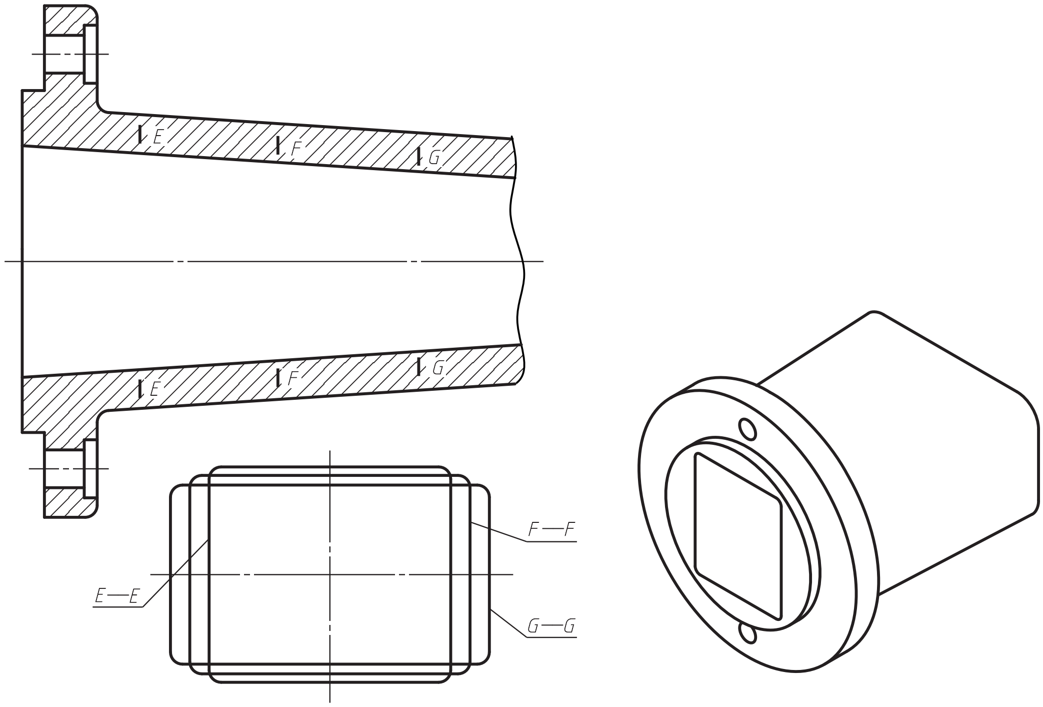


图 1-46　较复杂曲面的画法

1.4.2　局部放大图

将图样中所表示机件的部分结构，用大于原图形的比例所绘出的图形，称为局部放大图。局部放大图主要用于表达机件在原图形中尚未表达清楚的局部结构或因图形太小不便于标注尺寸的某些细小结构，如图 1-47 所示。

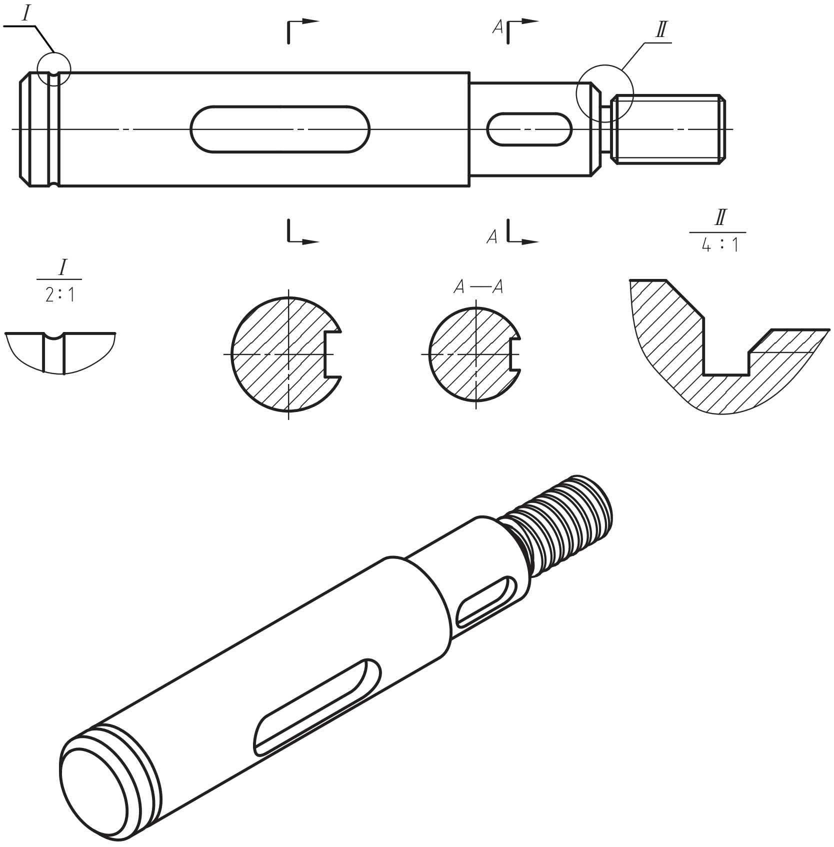


图 1-47　局部放大图（一）

局部放大图可以画成视图、剖视图、断面图，它与被放大部分放大之前的表达方式无关。

局部放大图应放置在被放大部位的附近，一般用细实线圈出被放大的部位（螺纹牙型、齿轮和链轮的齿形除外）。

当机件上被放大的部位仅一处时，在局部放大图上方只需注明所采用的放大比例，如图 1-48 所示。

当同一机件上有几处被放大部位时，必须用罗马数字依次给被放大部位标明编号，并在局部放大图上方居中处用分式形式标注，分子标注相应的罗马数字（编号），分母标注局部放大图所采用的绘图比例，如图 1-47 所示。

同一机件上不同部位局部放大图相同或对称时，只需画出一个放大图，如图 1-49 所示。

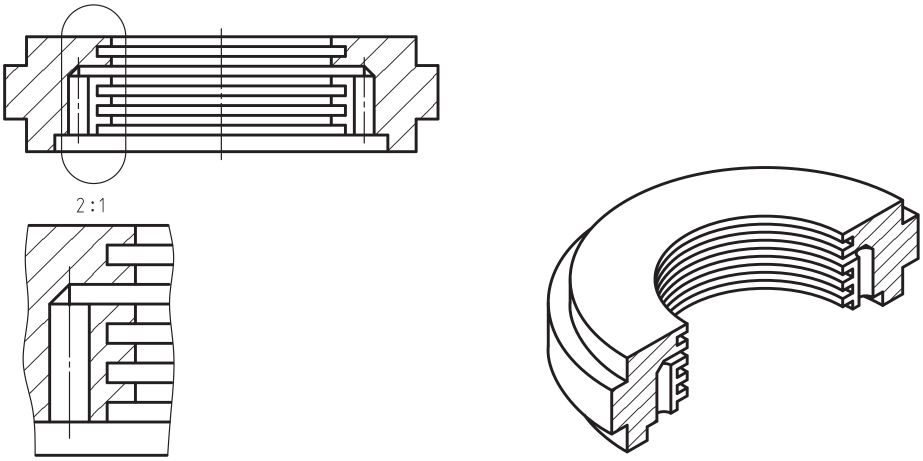


图 1-48　局部放大图（二）

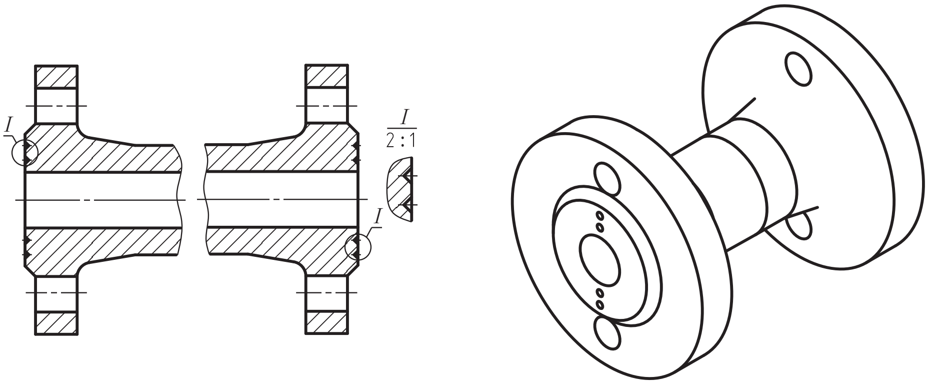


图 1-49　局部放大图（三）

1.4.3　重复性结构的画法

1）机件上具有若干相同结构（如齿、槽等），并按一定规律分布时，只需画出一个或几个完整的结构，其余用细实线连接，但在图中必须注出相同结构的总数，如图 1-50 所示。

2）机件具有若干直径相同且成规律分布的孔（圆孔、沉孔和螺孔等），可以仅画出一个或几个，其余用细点画线表示其圆心位置，但在图中应注明孔的总数，如图 1-51所示。

1.4.4　按圆周分布的孔的画法

当机件上有圆柱形法兰盘和类似零件上的均布孔，可按图 1-52 所示的形式（由机件外向该法兰端面方向投射）画出。

1.4.5　网状物及滚花表面的画法

网状物、编织物或机件上的滚花部分，可在轮廓线之内示意地画出一部分粗实线网状结构，并加旁注或在技术要求中注明这些结构的具体要求，如图 1-53 所示。

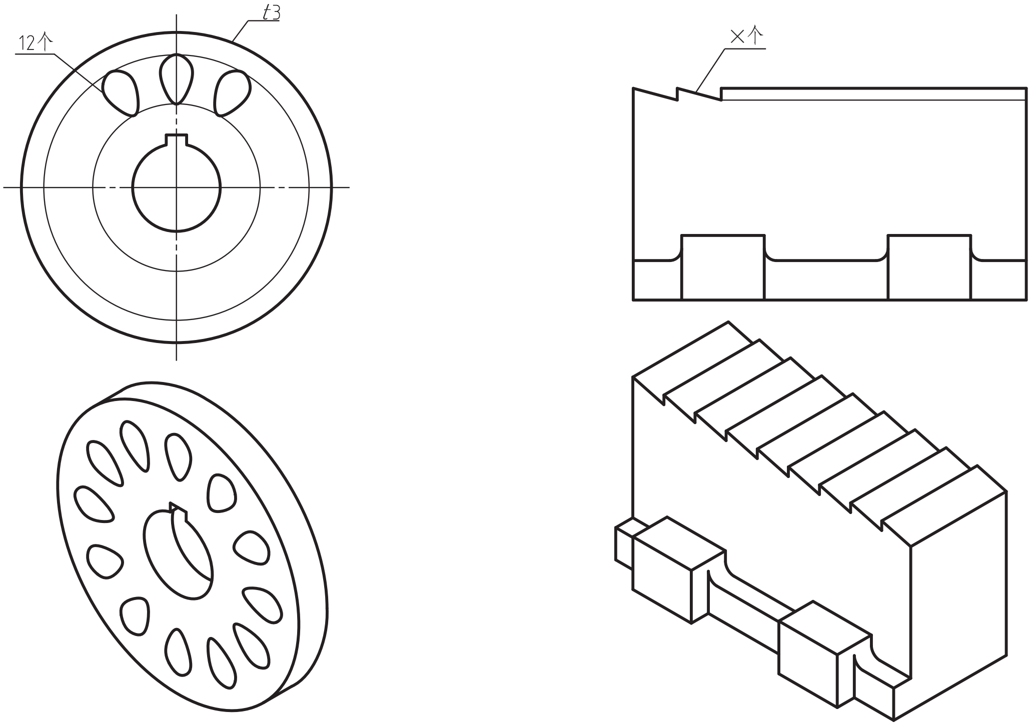


图 1-50　重复性结构的画法（一）

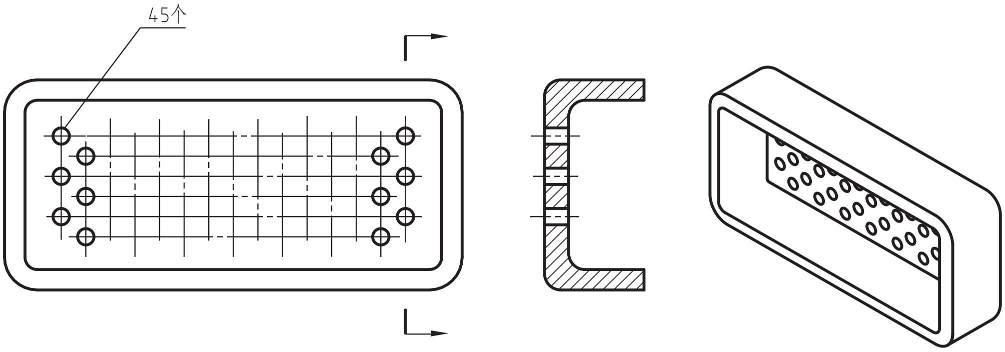


图 1-51　重复性结构的画法（二）

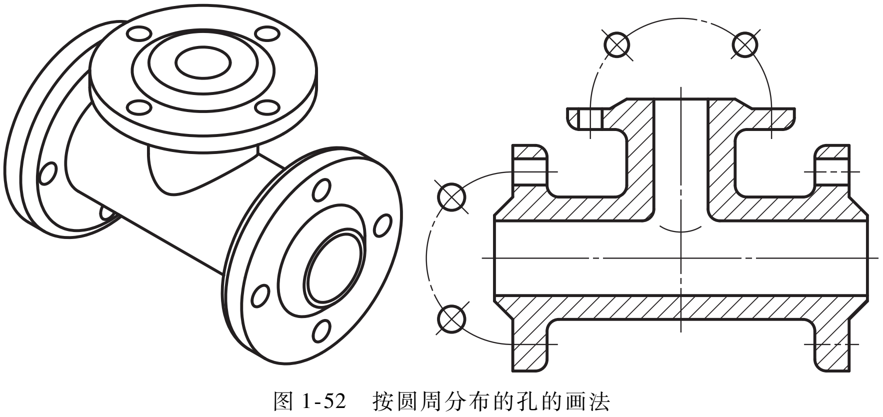


图 1-52　按圆周分布的孔的画法

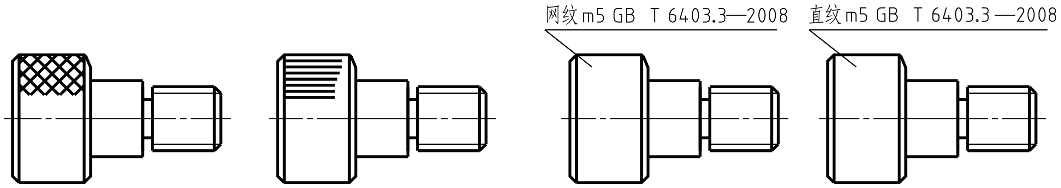


图 1-53　网状物及滚花表面的画法

1.4.6　断裂的画法

轴、杆类较长的机件，沿长度方向的形状相同或按一定规律变化时，可以断开后缩短绘制，但标注尺寸时要注实际尺寸，其断裂边界可用波浪线、双折线、双点画线表示，如图 1-54 所示。

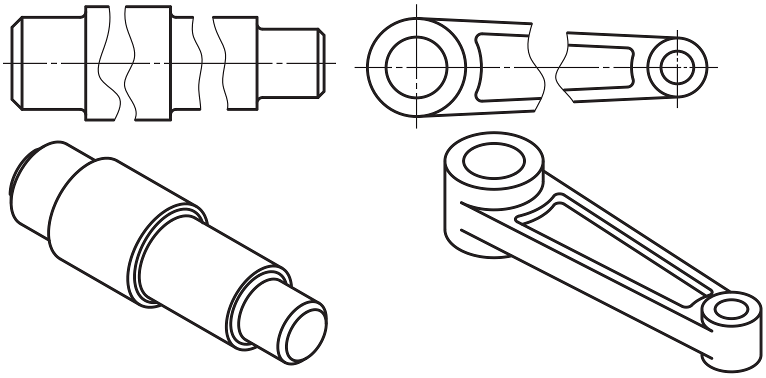


图 1-54　较长机件的折断画法

1.4.7　一些细部结构的画法

1）对机件上斜度和锥度不大的结构，如在一个图形中已表达清楚，其他图形可以只按小端画出，如图 1-55 所示。

2）与投影面倾斜角度小于或等于 30°的圆或圆弧，其真实投影椭圆可用圆或圆弧代替，如图 1-56 所示。

3）在不致引起误解时，机件上的小圆角、45°小倒角允许不画，但必须注明尺寸或在技术要求中加以说明，如图 1-57 所示。

4）较小结构投影的简化画法如图 1-58 所示。

5）在不致引起误解时，相贯线允许简化，允许用圆弧或直线代替相贯线，如图 1-59 所示。

6）回转体零件上的平面结构在图形中不能充分表达时，可用两条相交的细实线表示，如图 1-60 所示。

1.4.8　假想画法

在需要表达剖切面前面的结构时，可用细双点画线画出其投影，如图 1-61 所示。

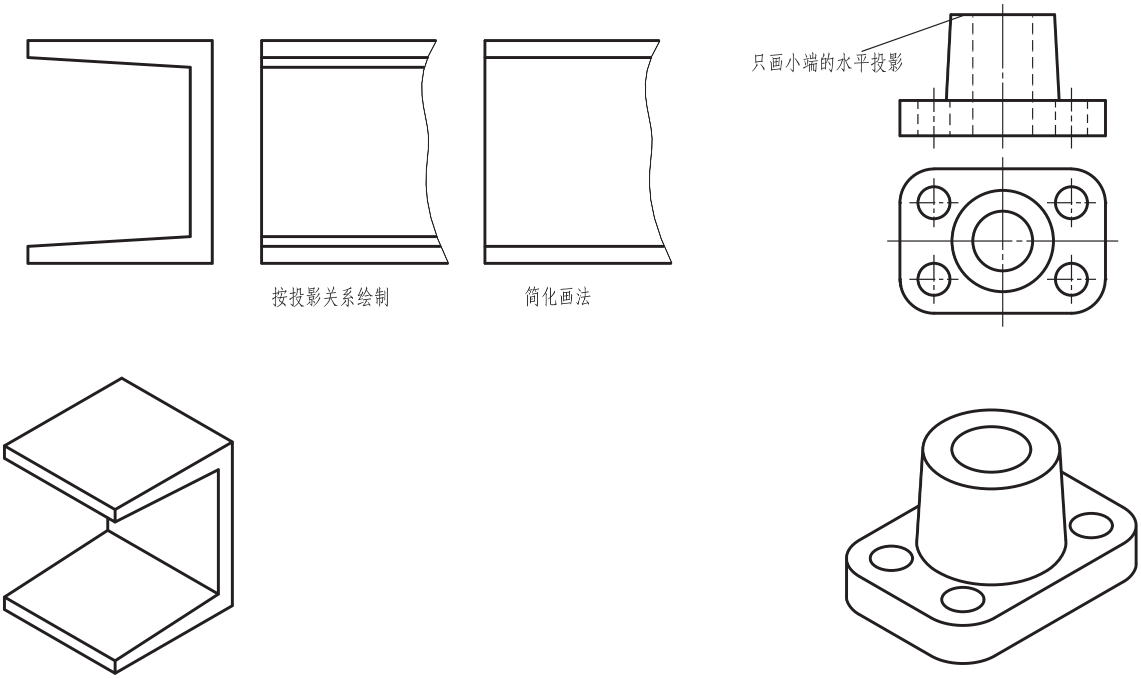


图 1-55　较小斜度和锥度的简化画法

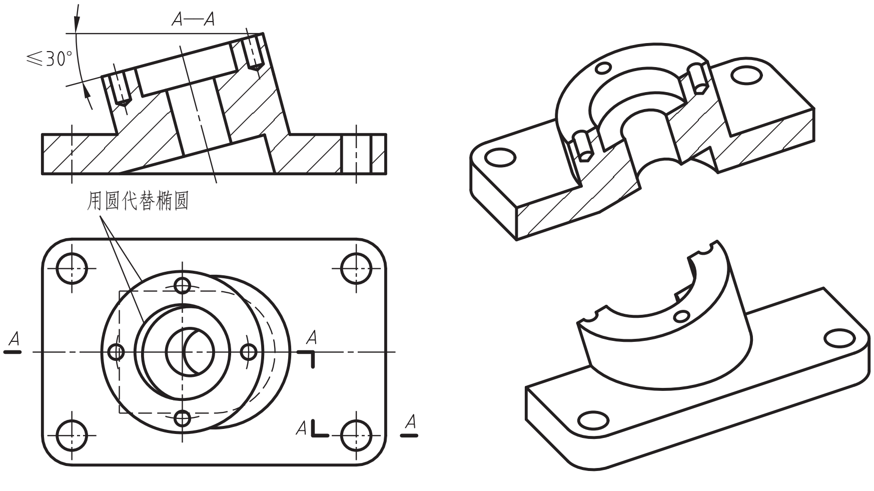


图 1-56　与投影面倾斜角度小于或等于 30°的圆或圆弧的简化画法

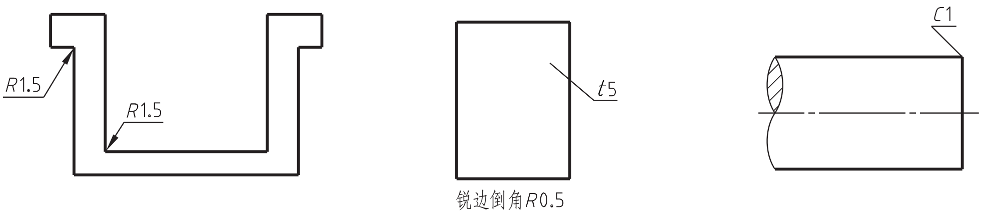


图 1-57　小圆角、小倒角的简化画法

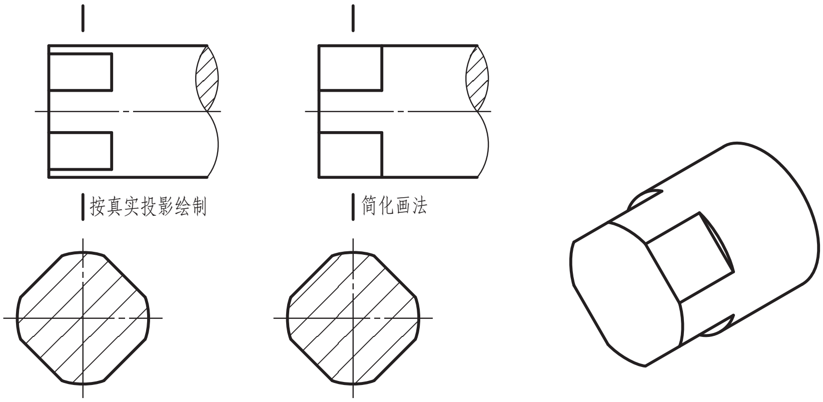


图 1-58　较小结构的简化画法

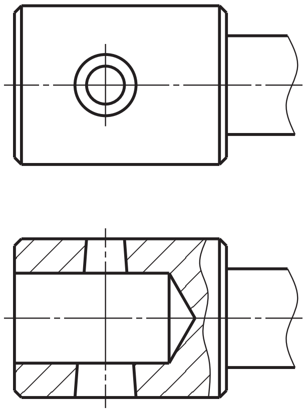


图 1-59　相贯线的简化画法

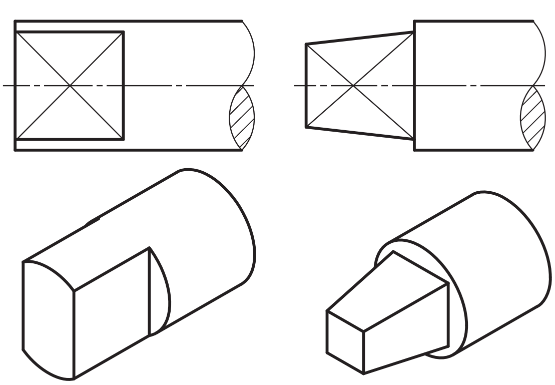


图 1-60　平面的表示法

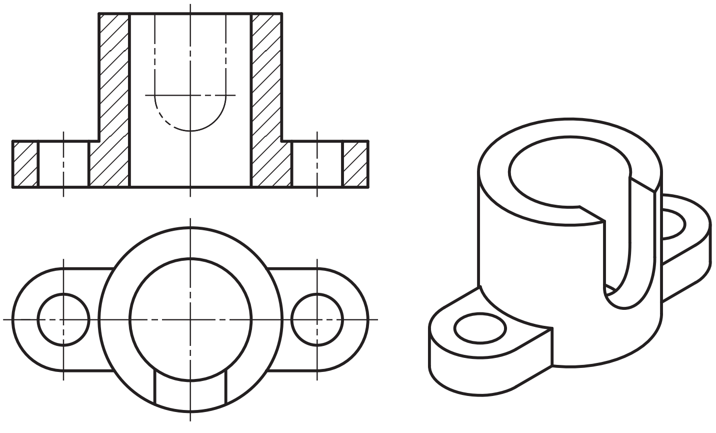


图 1-61　假想画法

1.5　装配图中的一些画法

1.5.1　装配图中视图和剖视图的几种特定画法

1）在装配图中，对于紧固件以及轴、连杆、球、钩子、键、销等实心零件，若按纵向

剖切且剖切平面通过其对称平面或轴线时，这些零件均按不剖绘制；若需要特别表明这些零件的某些结构，如凹槽、键槽、销孔等，则可采用局部剖视图。如图 1-62 所示，图中标注的零件均按不剖绘制，其中零件“螺杆”上采用了一处局部剖视表达沉孔结构。

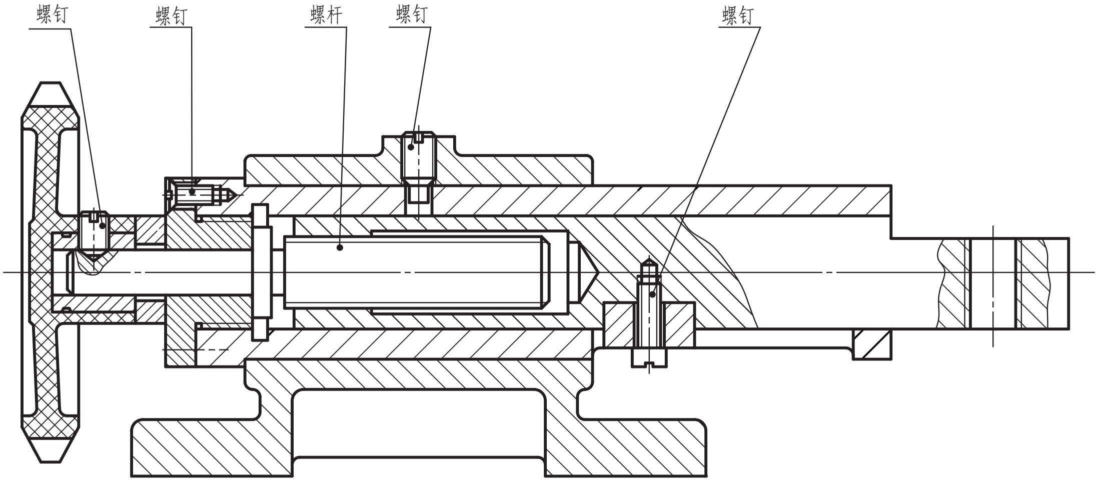


图 1-62　微动机构装配图

2）在绘制装配图剖视图时，可假想沿某些零件的结合面剖切，对于沿其结合面剖切的零件不应画剖面符号，犹如只把部件沿结合面分开，如图 1-63 所示。也可假想将某些零件拆卸后画出，需要说明时可加注“拆去××等”，如图 1-64、图 1-66 中的俯视图所示。

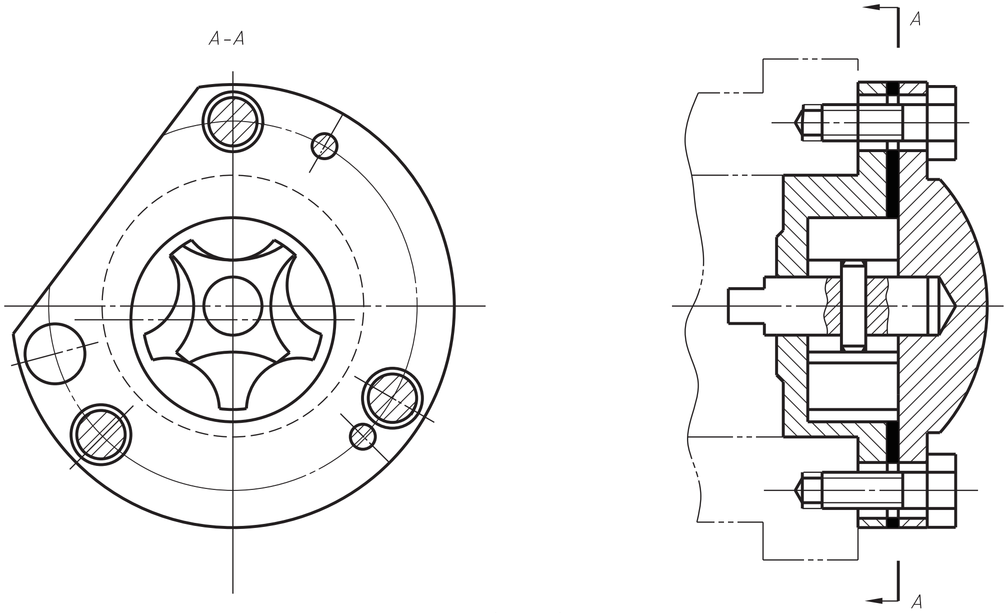


图 1-63　转子泵装配图

3）在装配图中可以单独画出某一零件的某一视图，但必须在所画视图的上方注出该零件的名称或件号以及视图名称，在装配图相应视图附近用箭头指明投影方向，并注上同样的字母，如图 1-65 所示“零件 4 *A*—*A*”。

4）在装配图的剖视图中，当剖切平面通过的某些部件为标准产品或该部件已由其他图形表达清楚时，可按不剖绘制，如图 1-66 所示的油杯。

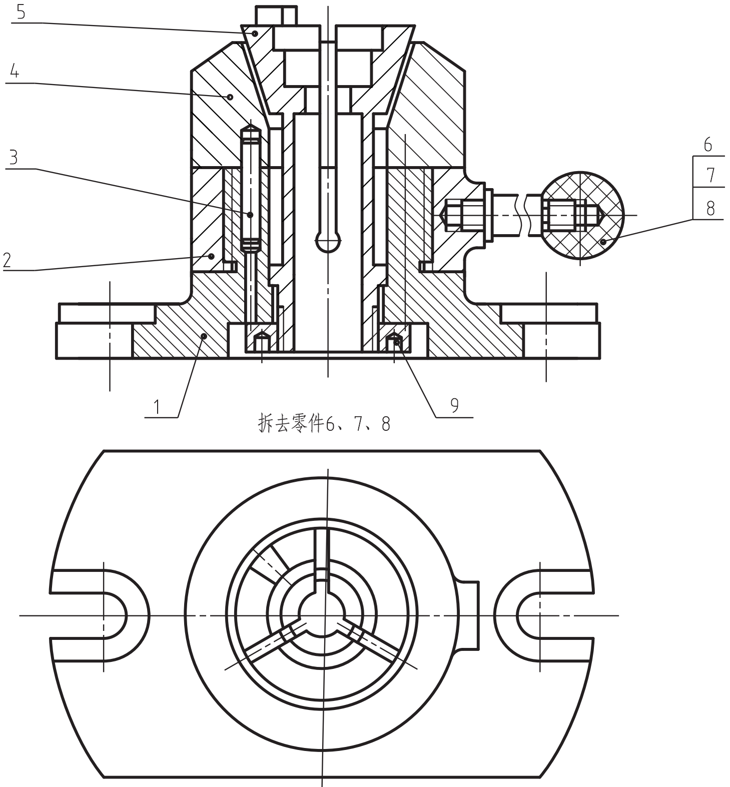


图 1-64　梭皮卡具装配图

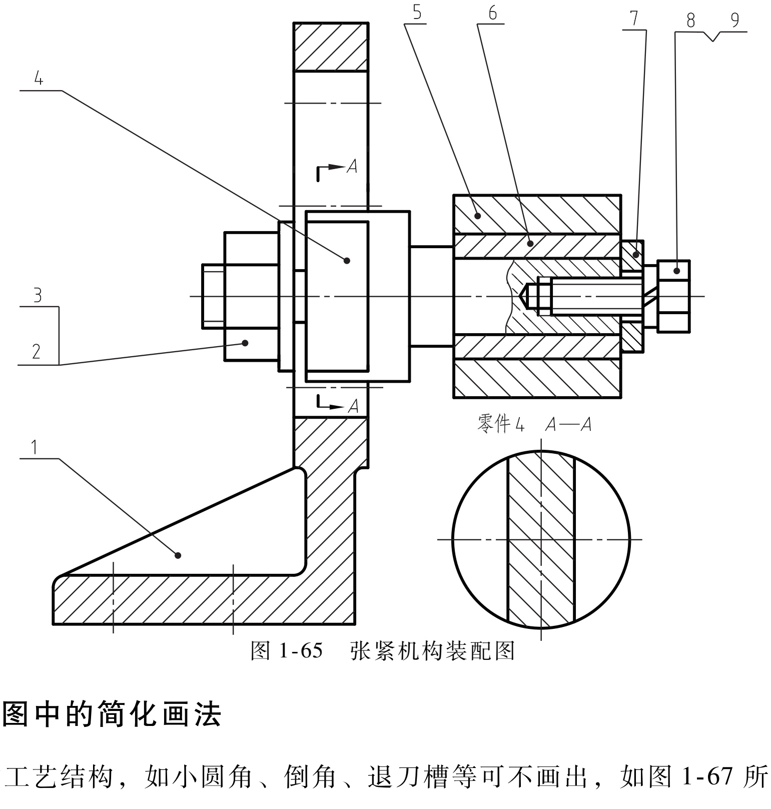


图 1-65　张紧机构装配图

1.5.2　装配图中的简化画法

1）零件的工艺结构，如小圆角、倒角、退刀槽等可不画出，如图 1-67 所示。

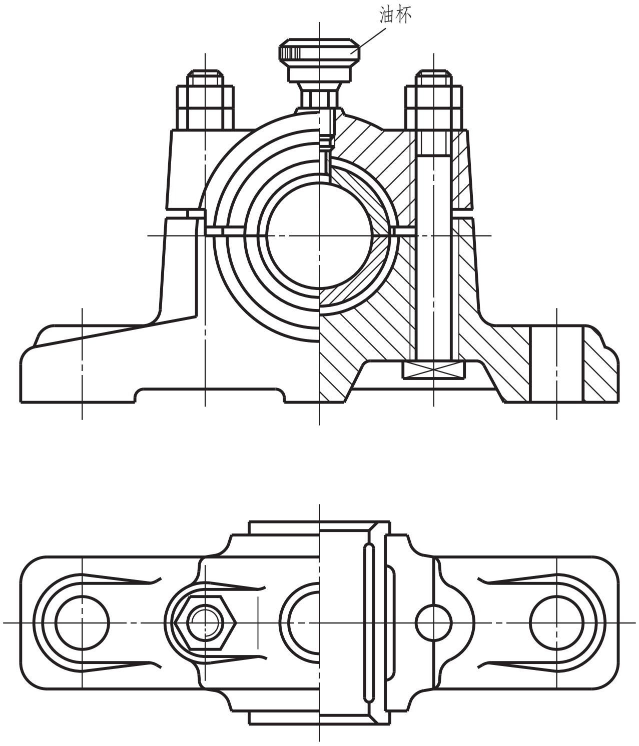


图 1-66　轴承座装配图的局部

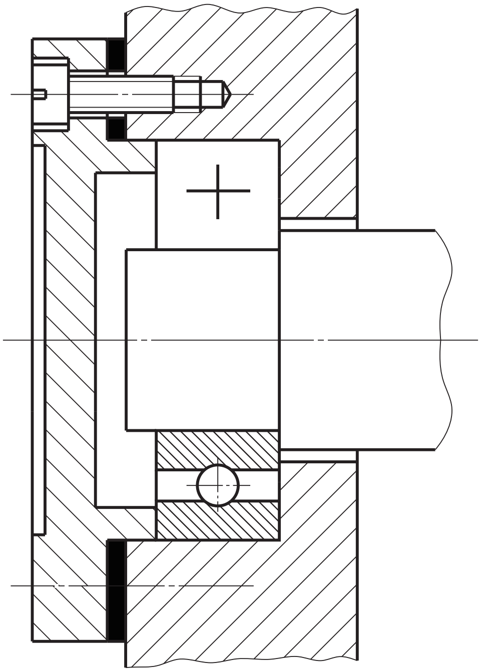


图 1-67　装配图的简化画法

2）若干相同的零件组，如螺栓联接、螺钉联接、销联接等，可仅画出一组或几组，其余各组只需表明其装配位置，如图 1-64 所示梭皮卡具装配图主视图中只画了一组销联接，图 1-67 中只画出一组螺钉联接，另一组用点画线表明其位置即可。

1.5.3　装配图中的规定画法

1）用细实线表示带传动中的带，如图 1-68 所示；用点画线表示链传动中的链条，如图 1-69 所示。

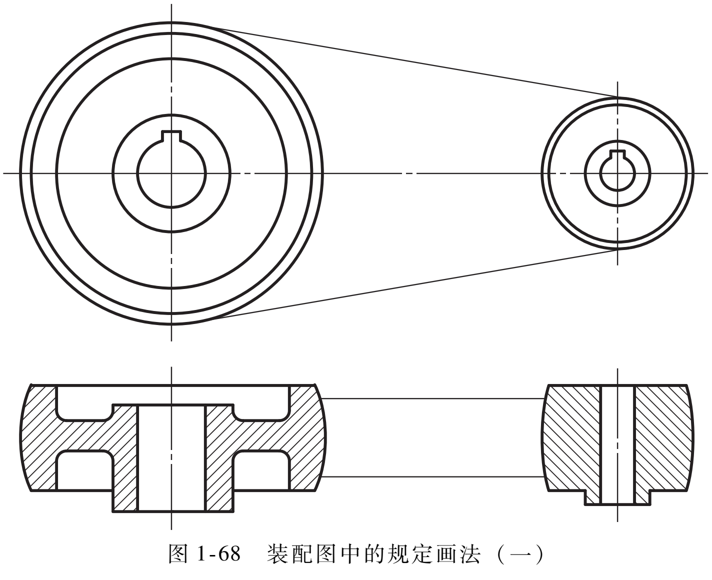


图 1-68　装配图中的规定画法（一）

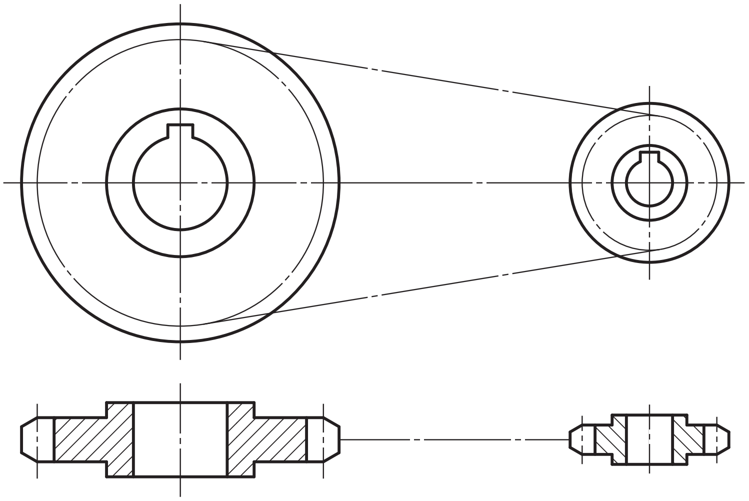


图 1-69　装配图中的规定画法（二）

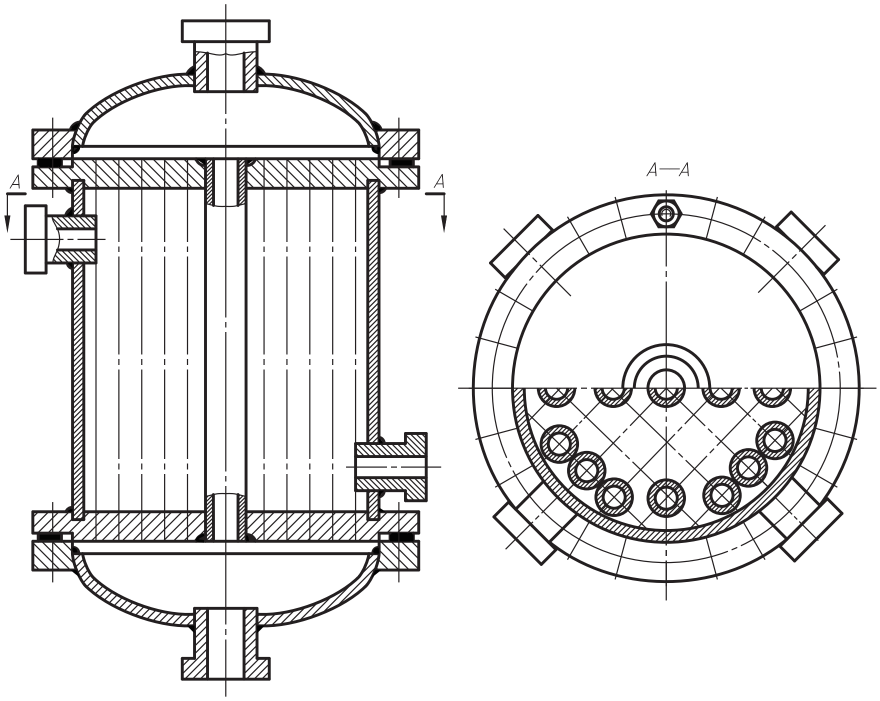


图 1-70　装配图中的规定画法（三）

2）在锅炉、化工设备等的装配图中，可用点画线表示密集的管子，如图 1-70 所示。

3）必要时，用双点画线画出相邻的辅助零（部）件。这些辅助零（部）件一般不应遮盖其后面的零（部）件，如图 1-71 所示。

4）运动的零件如需表示其极限位置时，可用双点画线绘制，如图 1-72 所示。

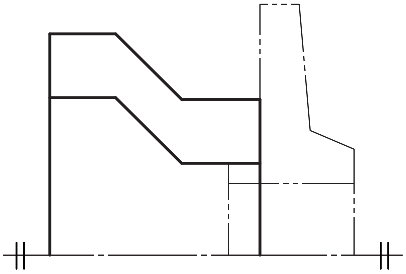


图 1-71　装配图中的规定画法（四）

5）由透明材料制成的物体均按不透明物体绘制。对于供观察用的刻度、字体、指针、液面等按可见轮廓线绘制，如图 1-73 所示。

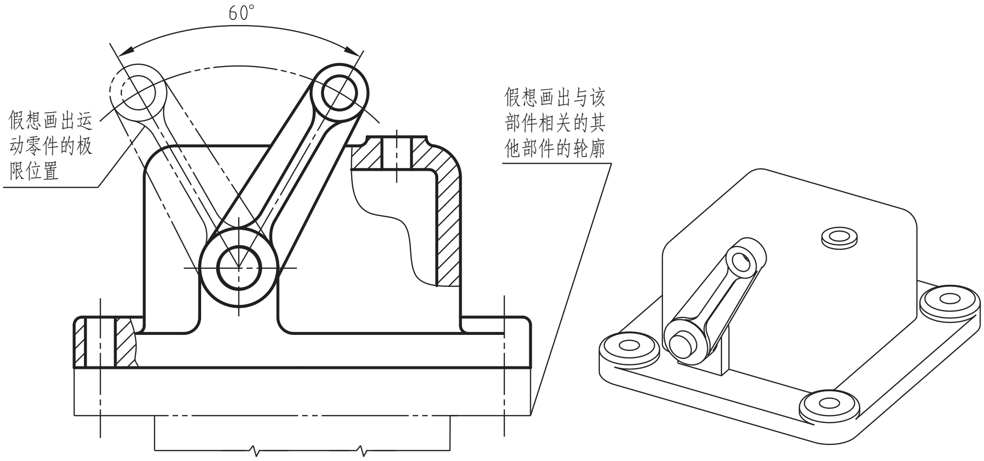

60°
假想画出运动零件的极限位置
假想画出与该部件相关的其他部件的轮廓

图 1-72　装配图中的规定画法（五）

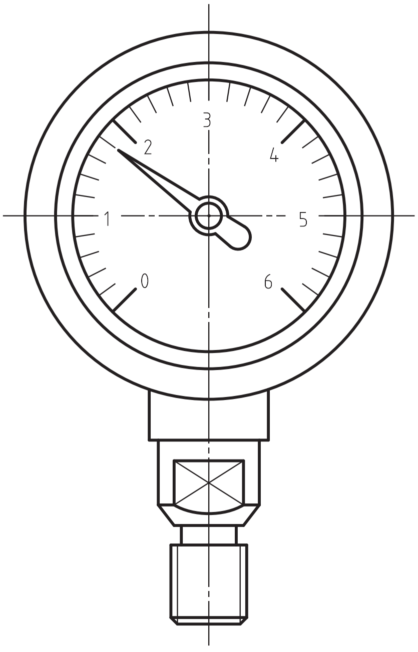


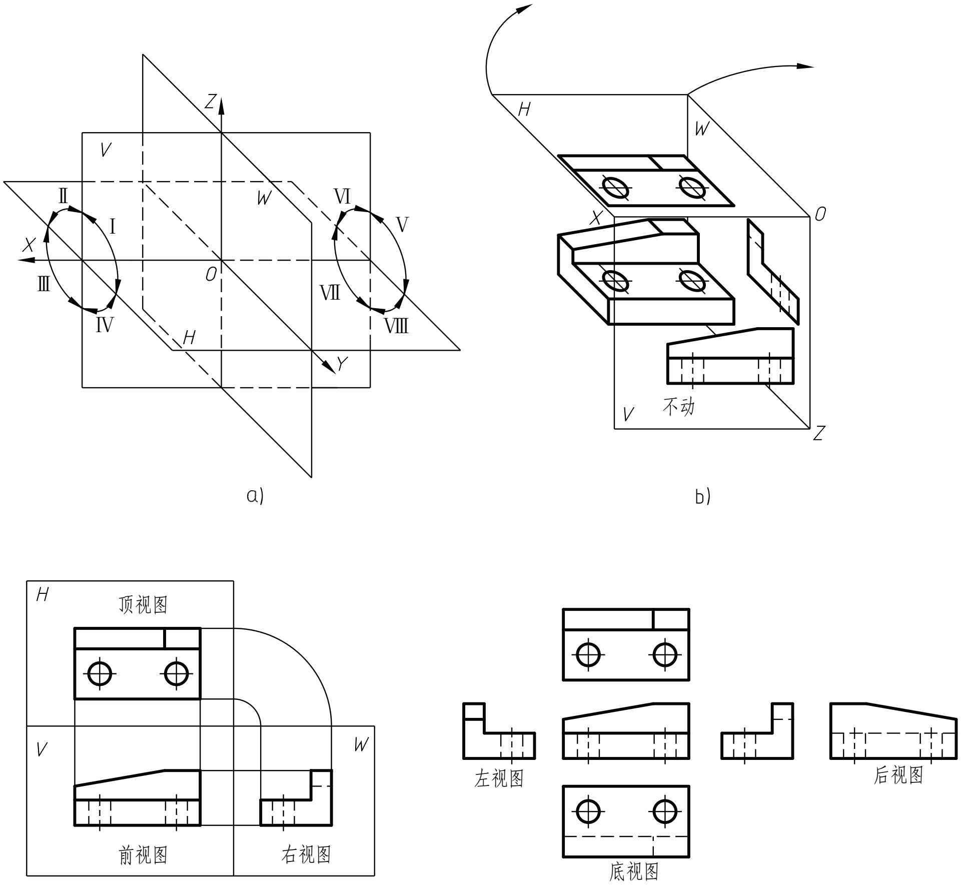
图 1-73　装配图中的规定画法（六）

1.6　第三角投影简介

1. 第三角投影的形成

三个互相垂直的投影面 H、V、W 将空间分为八部分，称为八个分角，如图 1-74a 所示。第三角投影是将机件置于第三分角内，如图 1-74b 所示，假设投影面是透明的，按“观察者—投影面—机件”的关系进行正投影，所得的图形称为第三角投影图，如图

1-74c所示。



a) b) c) d)

图 1-74 第三角投影

a）八个分角 b）机件在第三角中的位置及投影 c）投影面展开后三个视图的配置 d）第三角中六个基本视图的配置

2. 两种投影的对比

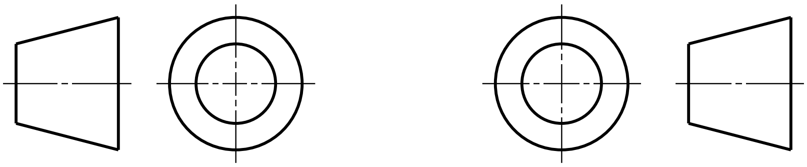
第三角投影是以“观察者—投影面—机件”的顺序进行正投影；第一角投影是以“观察者—机件—投影面”的顺序进行正投影。它们的区别在于观察者、投影面、机件三者的相对位置不同和视图的配置不同。但它们的投影规律是相同的，都是采用正投影法，按基本视图位置配置，各视图之间仍然保持“长对正、高平齐、宽相等”的投影规律。

3. 第三角投影的画法

将投影面按图 1-74b 所示箭头方向展开，即保持 *V* 面不动，*H* 面绕 *OX* 轴向上翻转 90°，*W* 面绕 *OZ* 轴向右翻转 90°，使 *H*、*W* 面与 *V* 面重合。在 *V* 面得到的视图称为前视图，在 *H* 面得到的视图称为顶视图，在 *W* 面得到的视图称为右视图。三个视图的配置及对应关系如图 1-74c 所示。仿照第一角投影，在第三角投影中也增加三个分别与 *H*、*V*、*W* 面平行的投影面，按第三角投影法进行投影，又得到三个基本视图，则此六个基本视图的配置及名称如

图 1-74d 所示。

为区别第一角画法，国家标准规定要在图样的标题栏内用规定的第三角画法的投影识别符号进行标注，此符号一般放置在标题栏中代号区下方。图 1-75 所示为第一角投影符号和第三角投影符号的画法。



第一角投影符号　　第三角投影符号

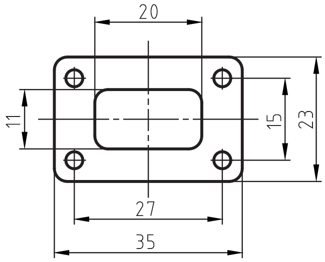
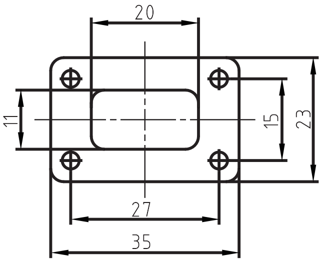
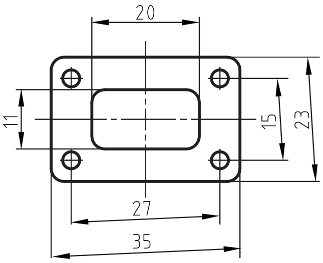
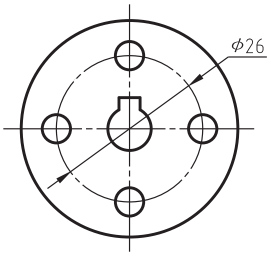
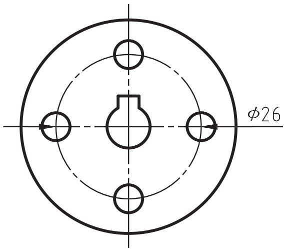
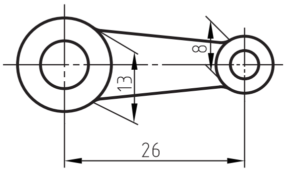
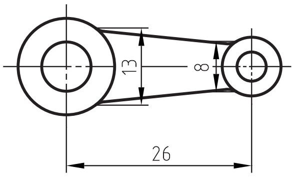
图 1-75　投影符号

第 2 章　图样的注法

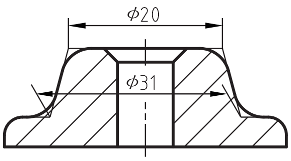
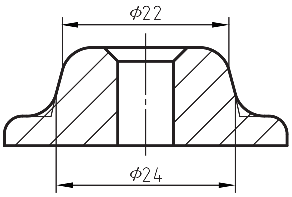
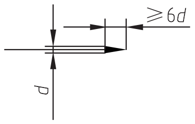
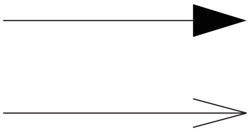
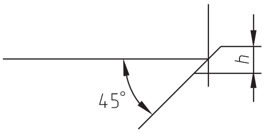
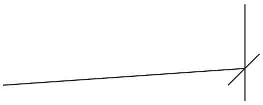
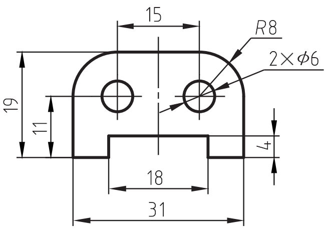
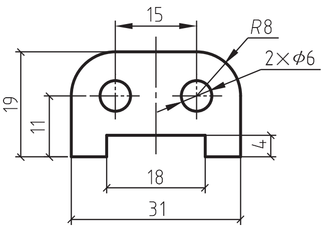
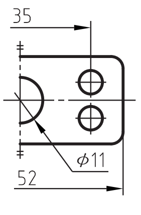
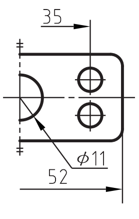
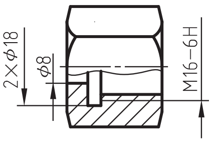
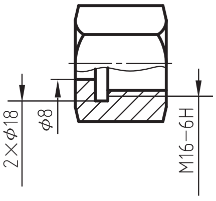
2.1　尺寸注法

一个完整的尺寸标注是由尺寸界线、尺寸线和尺寸数字三个基本要素组成，绘制尺寸界线、尺寸线和注写尺寸数字的规定见表 2-1。

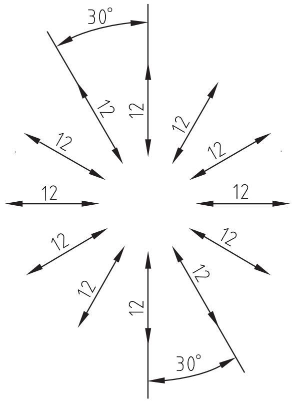
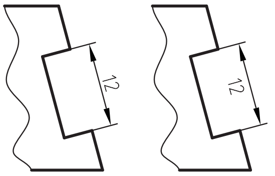
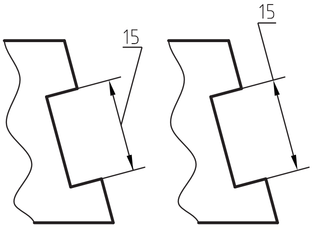
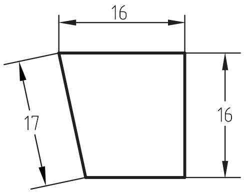
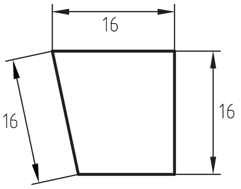
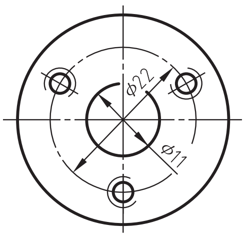
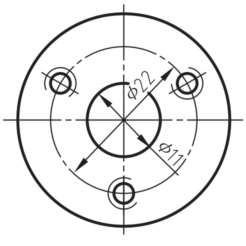
表 2-1　绘制尺寸界线、尺寸线和注写尺寸数字的规定

要素	图例		说明
	正确标注	不正确标注	
尺寸线和尺寸界线			尺寸线和尺寸界线用细实线绘制
			线性尺寸的尺寸线应平行于所标注的线段
			图形的轮廓线、中心线以及它们的延长线不能用作尺寸线，但可以用作尺寸界线
			尺寸界线一般应与尺寸线垂直，当尺寸界线过于贴近轮廓线时，允许倾斜画出

（续）

要素	图例		说明
	正确标注	不正确标注	
尺寸线和尺寸界线			光滑过渡处，先用细实线将轮廓线延长，然后从其交点引出尺寸界线
	 d：粗实线的宽度		正确绘制尺寸线终端的箭头
	 h：字体高度		线性尺寸的终端允许用斜线。但采用斜线时，尺寸线与尺寸界线必须垂直
			同一张图样，尺寸线的终端只能采用一种形式
			对图样中不完整表示的要素，仅在尺寸线的一端画出箭头，但尺寸线必须超过本要素的中心线或断裂处
			

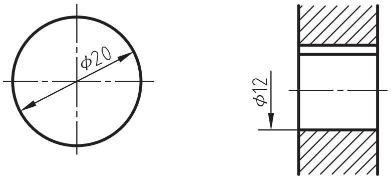
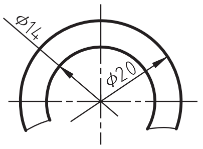
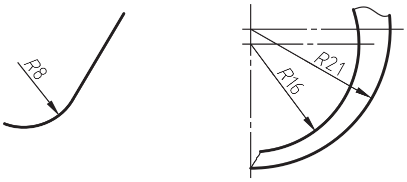
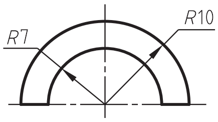
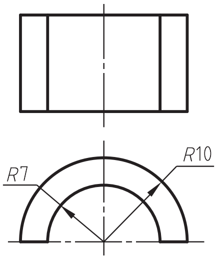
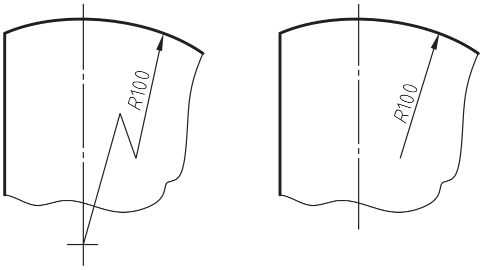
（续）

要素	图例		说明
	正确标注	不正确标注	
尺寸数字	 30° 12 12 12 12 12 12 12 12 12 12 12 12 30°		线性尺寸数字的方向按图示规定方式注写；尽量避免在图示30°范围内标注尺寸；无法避免时，用引线引出标注
			
			线性尺寸的数字一般写在尺寸线的上方，对于非水平方向的尺寸，数字也可水平注写在尺寸线的中断处
			数字不能被任何图形穿过，不可避免时，需要将图线断开

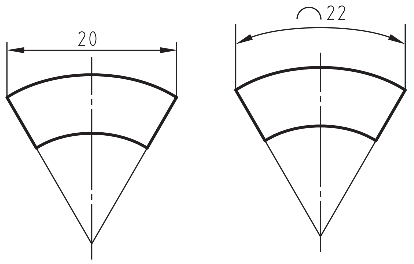
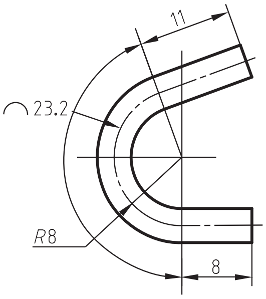
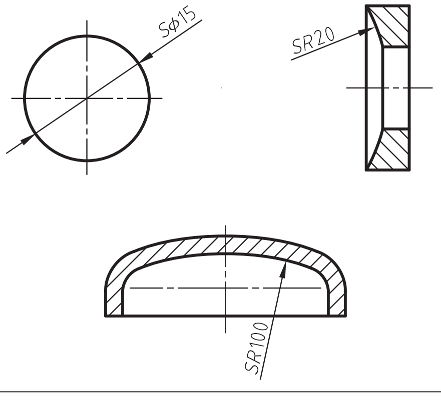
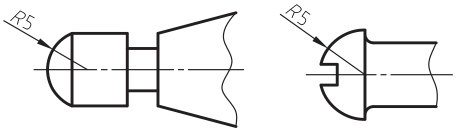
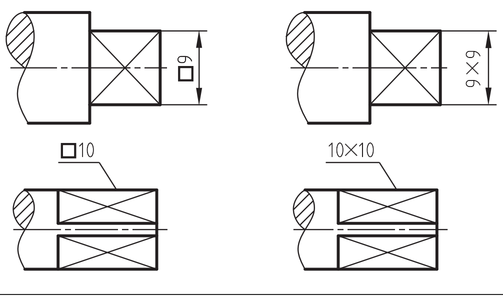
2.1.1　尺寸注法示例

国家标准对角度尺寸、直径尺寸、半径尺寸、球面尺寸等的尺寸注法要求均做了详细的规定。表2-2所列的是常用的尺寸注法图例。

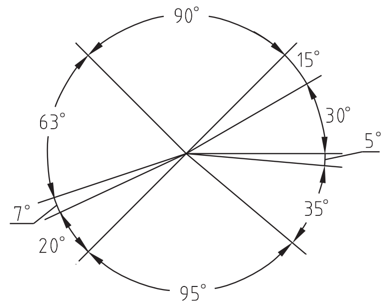
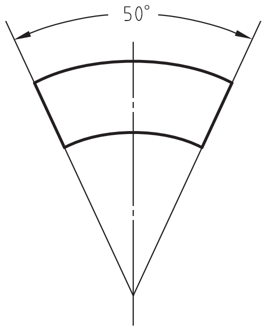
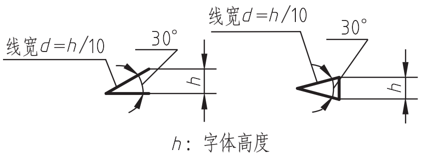
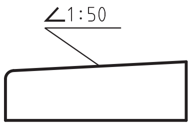
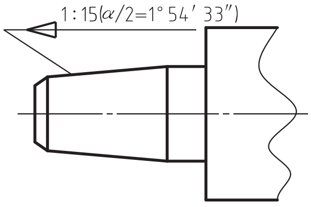
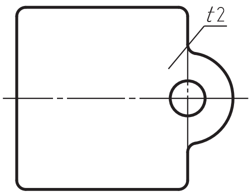
表 2-2　常用的尺寸注法图例

名　称	图　例	说　明
直径		直径尺寸数字之前必须加注“φ” 尺寸线通过圆心,尺寸线终端画箭头,不用斜线
		整圆或大于 180°的圆弧需标注直径
半径		半径尺寸在尺寸数字前加注“*R*”
		半圆或小于半圆的圆弧标注半径尺寸
		半径尺寸应标在投影为圆弧的视图上且尺寸线必须过圆心
		当圆弧半径过大,图样范围内无法注出圆心位置时,可用图示折线方式标注 不需要标注圆心位置时,可以直接注写圆弧半径

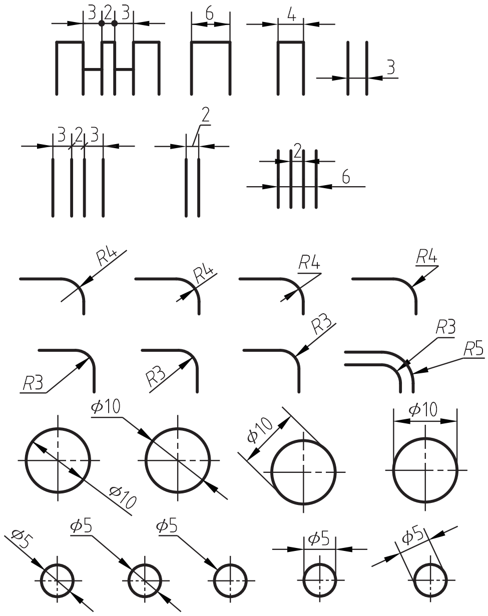
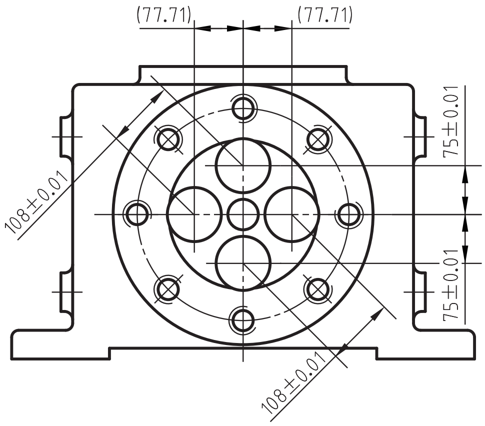
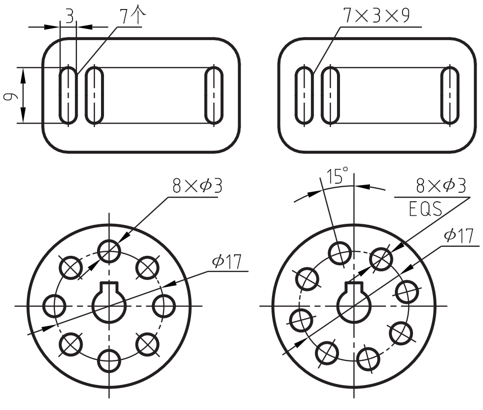
（续）

名　称	图　　例	说　　明
弦长和弧长		弦长和弧长的尺寸界线平行于该弦或该弧的垂直平分线 弦长的尺寸线为直线，弧长的尺寸线为圆弧 弧长的尺寸数字前，用细实线画出弧长符号“⌒”
		标注较大圆弧的弧长时，从中心沿径向引出尺寸界线；多个同心圆弧出现时，用箭头指出所标注圆弧
球面		对球面尺寸的半径和直径的标注，应在原尺寸数字的“*R*”和“*ϕ*”之前再加注字母“*S*”
		螺钉、铆钉的头部，轴、螺杆、手柄的端部等，在不会引起误解时，其尺寸标注可省略“*S*”
正方形结构		截面为正方形的结构，可用“边长×边长”或在边长尺寸前加注符号“□”来标注

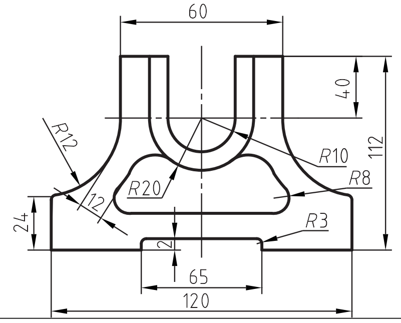
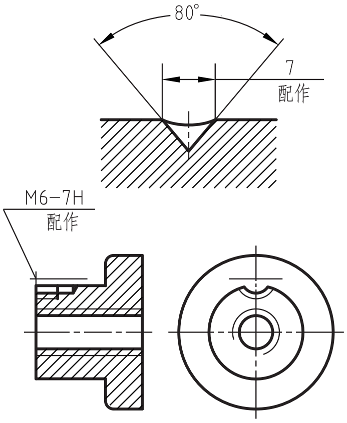
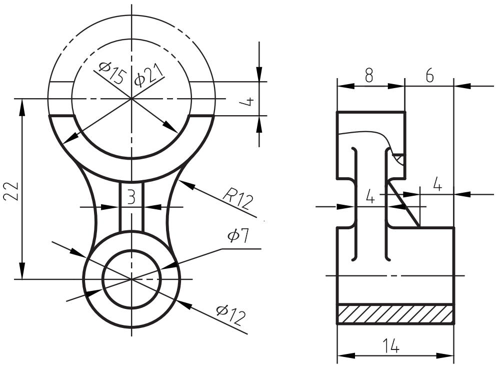
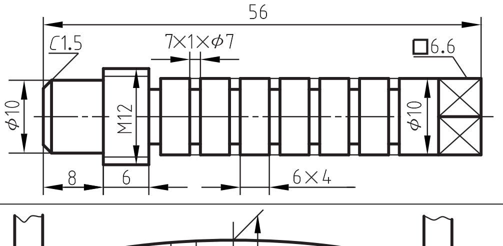
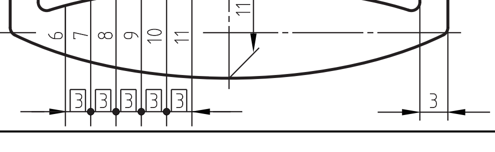
（续）

名　称	图　　例	说　　明
角度		角度尺寸界线从径向引出，尺寸线画成以角的顶点为圆心的圆弧，终端是箭头 角度数字一律水平书写，一般注写在尺寸线的中断处 当角度范围太小时，按图示方法标注
		
斜度和锥度	 线宽d=h/10 30° h 线宽d=h/10 30° h h：字体高度	斜度符号和锥度符号用粗实线绘制
	 	标注尺寸时，斜度符号和锥度符号的方向与图中斜度和锥度的方向一致 必要时，可给出锥度的角度值
厚度		对于板状零件，在不显示其厚度的图形上标注厚度尺寸时，应在尺寸数字之前加注符号“t”

（续）

名　称	图　　例	说　　明
小尺寸	 3 2 3 6 4 3 3 2 3 2 2 6 R4 R4 R4 R4 R3 R3 R3 R3 R5 φ10 φ10 φ10 φ10 φ5 φ5 φ5 φ5 φ5	在没有足够空间位置画箭头或注写尺寸数字时，允许将箭头或尺寸数字布置在图形的外面。标注连续小尺寸时，可以用小圆点或斜线代替箭头，但两端箭头仍要画出
参考尺寸	 (77.71) (77.71) 75±0.01 75±0.01 108±0.01 108±0.01	标注参考尺寸时，应将参考尺寸加上圆括号
相同要素	 3 7个 9 7×3×9 8×φ3 φ17 15° 8×φ3 EQS φ17	在同一图形中，对于尺寸相同的孔、槽等成组要素，可仅在一个要素上标注其数量和尺寸；均匀分布在圆上的孔可在尺寸数字后加注“EQS”以表示均匀分布

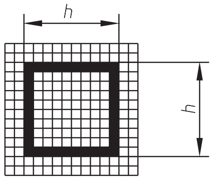
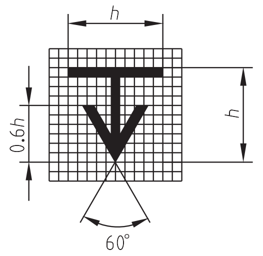
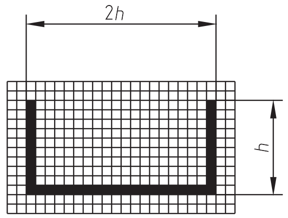
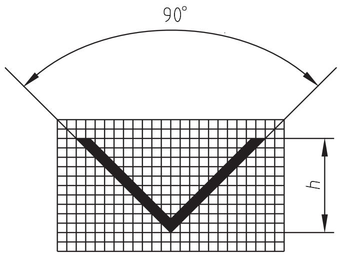
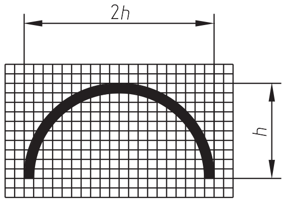
（续）

名　称	图　　例	说　　明
对称结构尺寸	 60 40 112 R12 R10 R8 R20 12 24 R3 2 65 120	当图形具有对称中心线时，可仅标注其中一边的结构尺寸
装配时加工的结构		零件上在装配时进行加工的结构要素，其尺寸可用旁注法的形式注出
结合件	 ϕ15 ϕ21 4 22 3 R12 ϕ7 ϕ12 8 6 4 4 14	对于结合件，可用双点画线画出与之结合的零件，注出其整体尺寸
断续的同一表面尺寸	 56 C1.5 7×1×ϕ7 □6.6 ϕ10 M12 ϕ10 8 6 6×4	对于不连续的同一表面，可用细实线连接后标注一次尺寸，如图中 $\phi10$
曲线轮廓尺寸	 11 6 7 8 9 10 11 3 3 3 3 3 3	标注曲线轮廓上各点的尺寸时，可用尺寸线或其延长线作为尺寸界线

2.1.2　常见零件结构要素的尺寸注法

尺寸符号的比例画法见表 2-3。

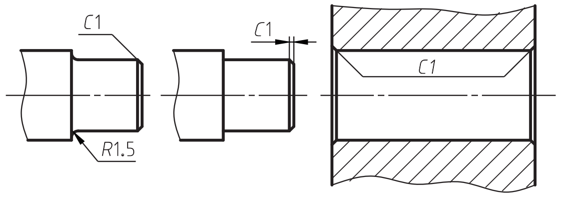
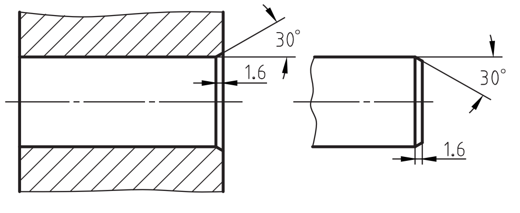
表 2-3　尺寸符号的比例画法

正方形	深度	沉孔或锪平
		
埋头孔	弧长	
		

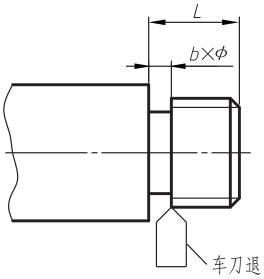
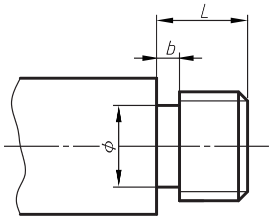
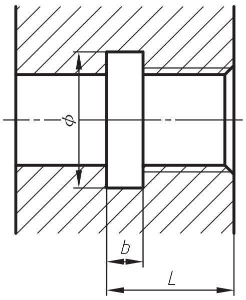
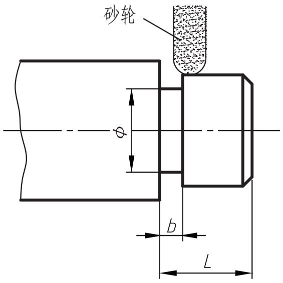
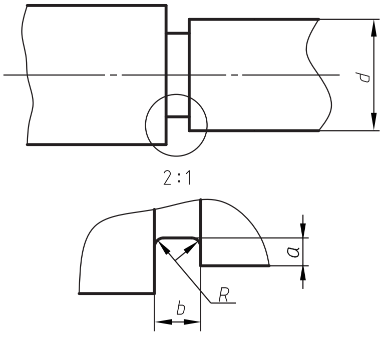
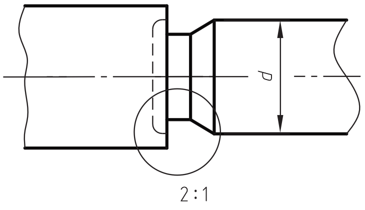
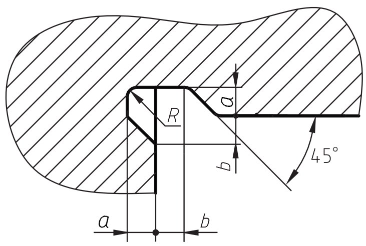
注：*h* 为字体的高度，符号的线宽为 *h*/10。

常见零件结构要素的尺寸注法见表 2-4。

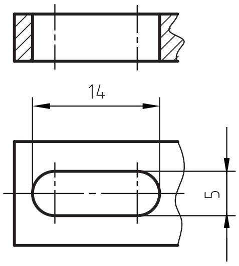
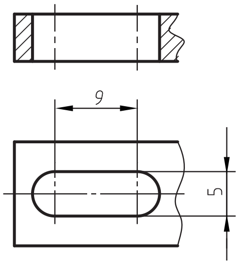
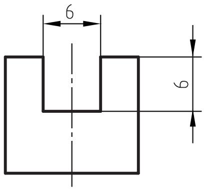
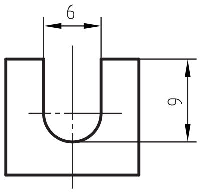
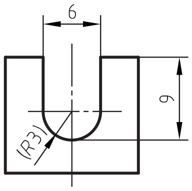
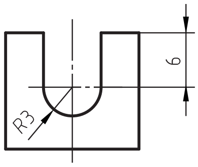
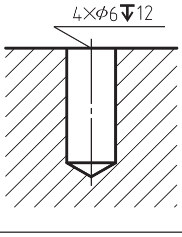
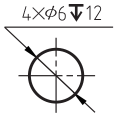
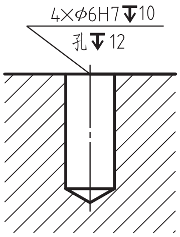
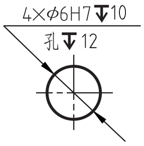
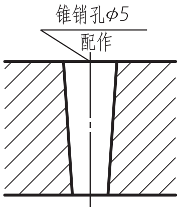
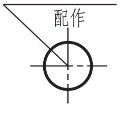
表 2-4　常见零件结构要素的尺寸注法

名称		标注方法	说明
倒角及倒圆	45°倒角及倒圆		1）"C"表示 45°的倒角，后面的数字表示倒角的高度 2）非 45°倒角则应将角度及倒角高度均注出
	非 45°倒角		

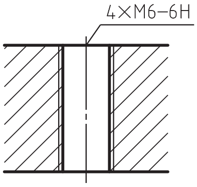
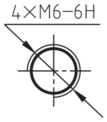
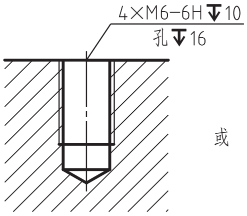
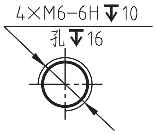
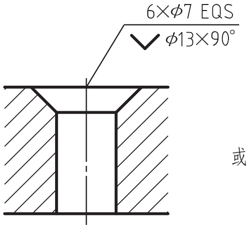
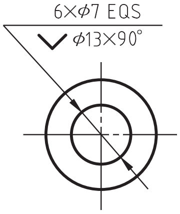
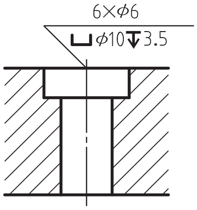
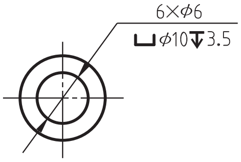
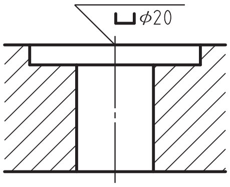
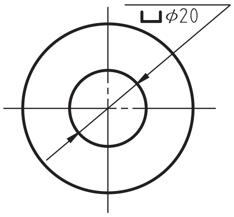
（续）

名称	标 注 方 法	说　　明
退刀槽	   	退刀槽可以按“槽宽 × 直径”或“槽宽 × 槽深”的形式注出，也可分开标注
砂轮越程槽	    	砂轮越程槽可按图示形式标注

（续）

名称			标 注 方 法	说 明
长圆形孔			 	长圆形孔应注出宽度尺寸，以便选择刀具直径。根据设计要求和加工方法的不同，其长度尺寸有不同的注法
方槽及半圆槽			   	方槽及半圆槽可按图示形式标注
常见孔	光孔	一般孔	 或 	表示 4 个均布光孔，直径为 ϕ6，深为 12
	螺孔	精加工孔	 或 	钻孔深为 12，钻孔后需再精加工，精加工孔深 10
		锥销孔	 或 	ϕ5 为与锥销孔相配的圆锥销的公称直径，锥销孔通常在两相邻零件装配后再与其一起加工

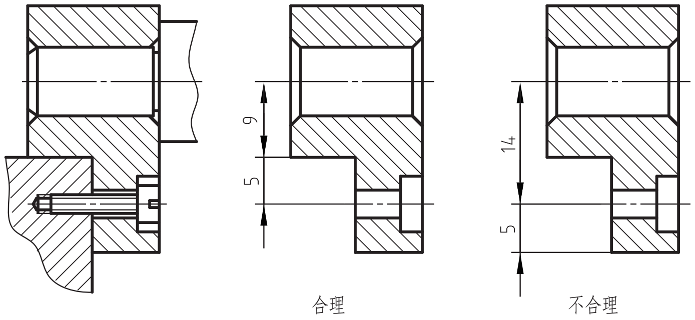
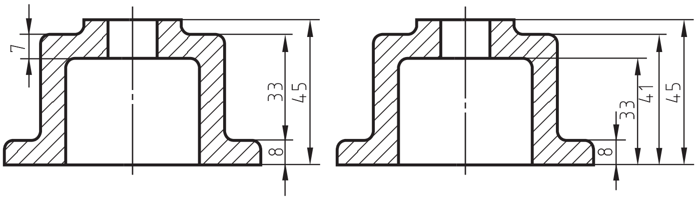
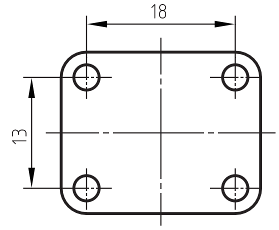
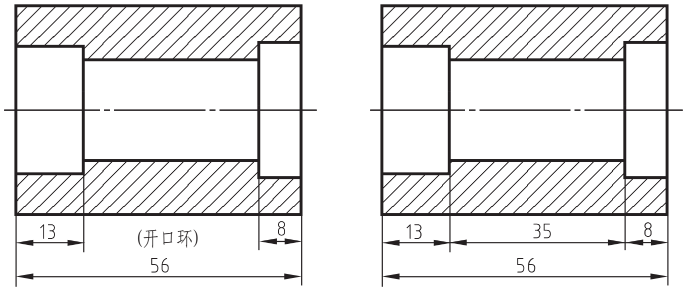
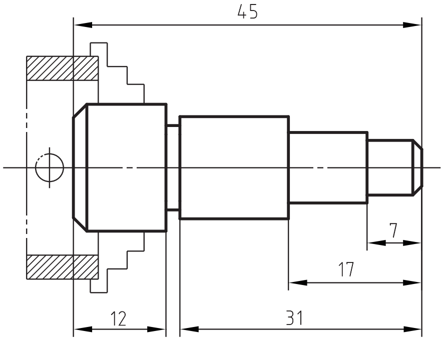
（续）

名称			标注方法	说明
常见孔	螺孔	通孔	 或 	表示 4 个均布的 M6 螺纹通孔
		不通孔	 或 	表示 4 个均布的 M6 螺纹不通孔，孔深 16，螺孔深 10
	沉孔	锥形沉孔	 或 	表示 6 个均布的、直径为 7 的孔，沉孔直径为 13，锥角为 90°
		柱形沉孔	 或 	柱形沉孔直径为 ϕ10，沉孔深 3.5
		锪平面	 或 	锪平直径 ϕ20，锪平深度不需标注，一般锪平到不出现毛面为止

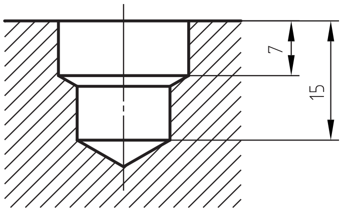
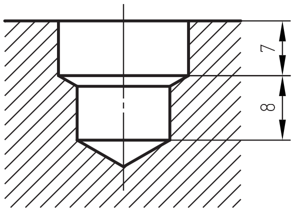
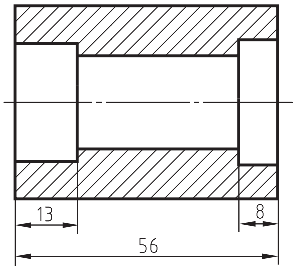
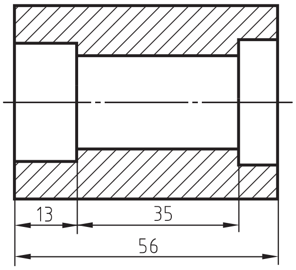
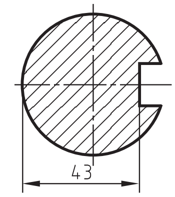
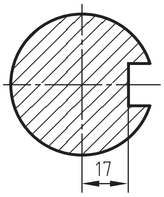
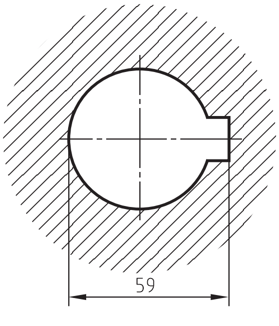
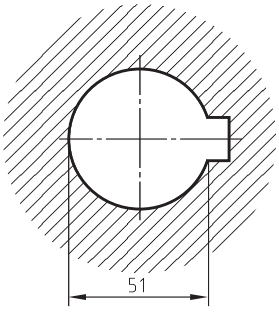
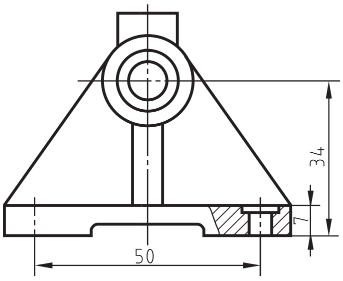
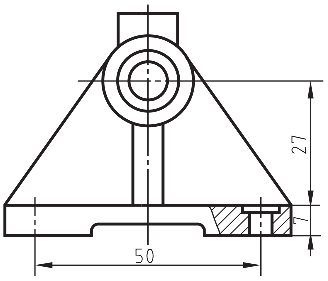
2.1.3　零件尺寸合理标注示例

零件尺寸的合理标注要求见表 2-5。

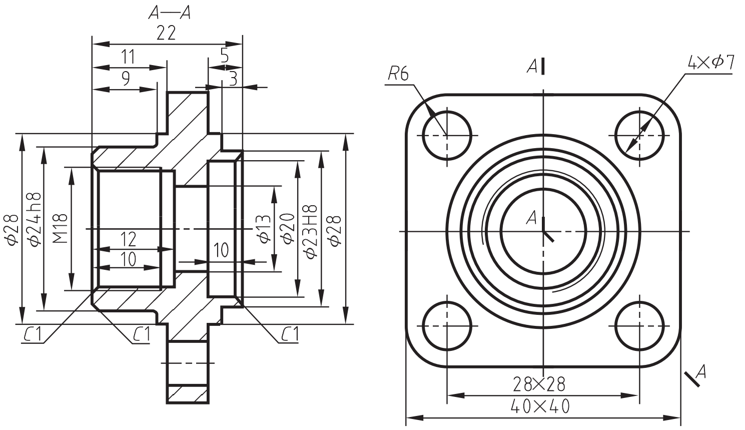
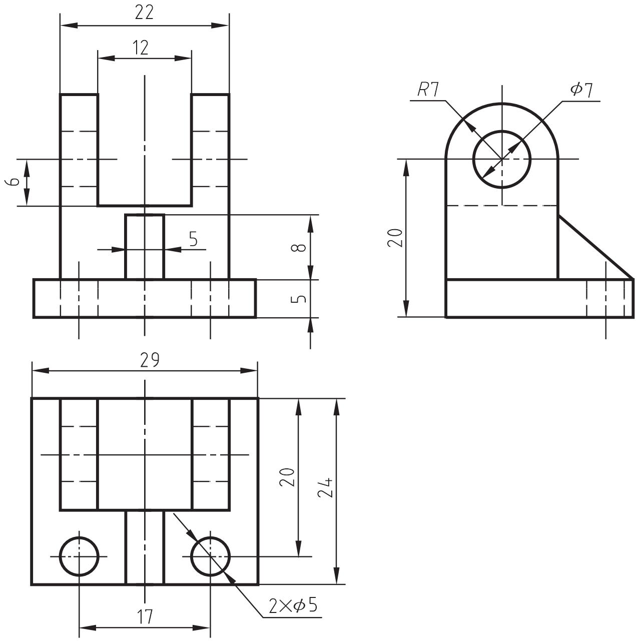
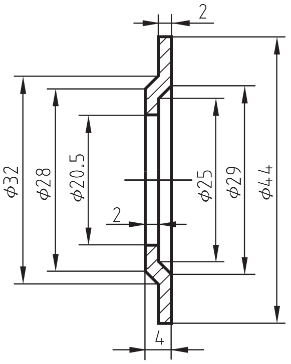
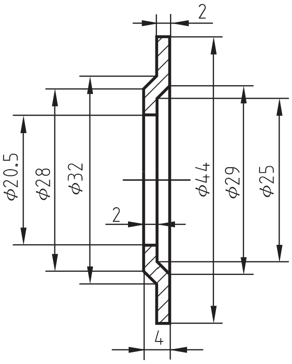
表 2-5　零件尺寸的合理标注要求

要求	图例	说明
合理选择尺寸基准	 合理　不合理	相互关联的零件，在标注相关尺寸时，应以同一平面或直线（如结合面、对称平面、轴线等）作为尺寸基准
	 合理　不合理	以加工面为基准，但在同一方向上，同一加工面不能作为两个或两个以上非加工面的基准
		要求对称的要素，应以对称平面为基准
避免出现封闭的尺寸链	 正确　不正确	要合理选择封闭环尺寸，并将其空出不注。有参考价值的封闭环尺寸，可作为参考尺寸注出
标注尺寸要尽量适应加工方法和加工过程		尺寸标注要符合加工顺序

（续）

要求	图　　例	说　　明
尽可能不标注不便于测量的尺寸	 合理  不合理  合理  不合理  合理  不合理  合理  不合理	标注尺寸要考虑测量的方便，阶梯孔要标注大孔的孔深
重要的设计尺寸应直接注出	 正确  不正确	机件重要的设计尺寸是指影响产品性能、工作精度和配合的尺寸，这部分尺寸要从主要基准直接注出

（续）

要求	图　　例	说　　明
尺寸布置要清晰	 A—A 22 11 9 5 3 ϕ28 ϕ24h8 M18 12 10 10 ϕ13 ϕ20 ϕ23H8 ϕ28 C1 C1 C1 R6 A 4×ϕ7 A A 28×28 40×40	内形尺寸和外形尺寸分侧标注
	 22 12 6 5 8 5 R7 ϕ7 20 29 20 24 2×ϕ5 17	连续尺寸尽量位于同一直线上，同一结构尺寸集中标注
	 正确  不正确	避免标注相交尺寸，尺寸线不能相交，平行尺寸中小尺寸在里，大尺寸在外

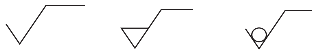
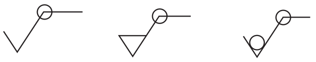
2.2　表面结构的表示法

表面结构是指零件表面的几何形貌，它是表面粗糙度、表面波纹度、表面纹理、表面缺陷和表面几何形状的总称。GB/T 3505—2009 及 GB/T 131—2006 规定了表面结构的术语、参数、表面结构要求的标注等。

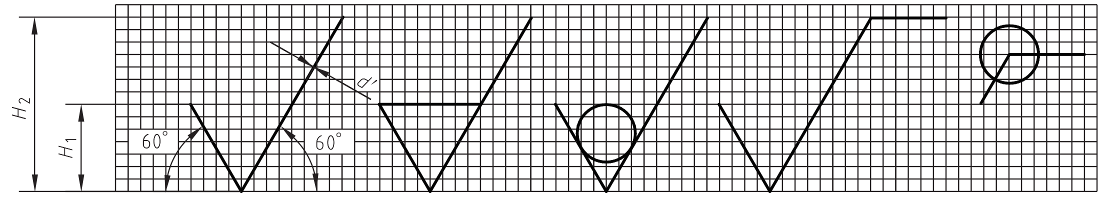
2.2.1　表面结构的图形符号

表面结构的图形符号及含义和说明见表 2-6。

表 2-6　表面结构的图形符号及含义和说明

符号	意义和说明
	基本图形符号，仅用于简化代号标注，没有补充说明时不能单独使用
	扩展图形符号，表示用去除材料的方法获得的表面 。例如车、铣、钻、磨、剪切、抛光、腐蚀、电火花加工等
	扩展图形符号，表示用不去除材料的方法获得的表面。例如铸、锻、冲压、热轧、冷轧、粉末冶金等方法，或用于保持原供应状况的表面
	完整图形符号，分别表示允许任何工艺（APA）、去除材料（MRR）、不去除材料（NMR），横线的长度根据标注内容的多少可长可短
	表示图样某个视图上构成封闭轮廓的各表面具有相同的表面结构要求

表面结构图形符号的画法如图 2-1 所示。



基本符号　去除材料符号　不去除材料符号　允许任何工艺

图 2-1　表面结构符号的画法

表面纹理符号的画法如图 2-2 所示。

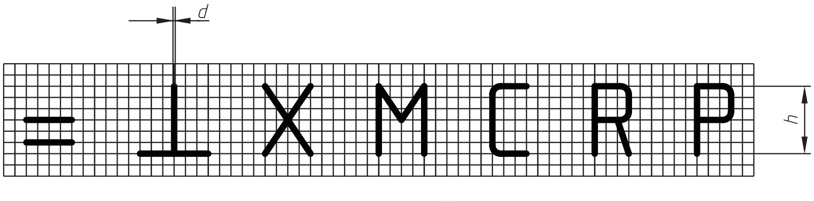


图 2-2　表面纹理符号的画法

表面结构图形符号和表面纹理符号的尺寸见表 2-7。

表 2-7　表面结构图形符号和表面纹理符号的尺寸　　（单位：mm）

数字和字母高度 *h*（GB/T 14690）	2.5	3.5	5	7	10	14	20
符号线宽 *d′*	0.25	0.35	0.5	0.7	1	1.4	2
字母线宽 *d*							
高度 H_1	3.5	5	7	10	14	20	28
高度 H_2（最小值）	7.5	10.5	15	21	30	42	60

注：H_2 取决于标注内容。

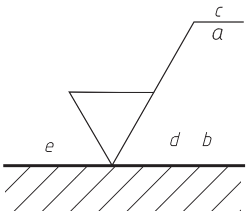


图 2-3　补充要求的注写位置

表面结构参数及补充要求的注写位置如图 2-3 所示。

位置 *a*：注写表面结构的单一要求。

位置 *a* 和 *b*：注写两个或多个表面结构要求。

位置 *c*：注写加工方法。

位置 *d*：注写表面纹理和方向。

位置 *e*：注写加工余量。

2.2.2　表面结构参数的标注

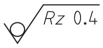
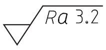
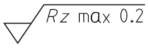
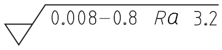
给出表面结构要求时，应标注其参数代号和相应数值，包括要求解释的四项重要信息：三种轮廓（*R*、*W*、*P*）中的一种，轮廓特征，满足评定长度要求的取样长度的个数，要求的极限值。GB/T 3505 定义的表面结构参数代号见表 2-8。

表 2-8　GB/T 3505 定义的表面结构参数代号

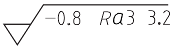
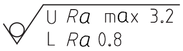
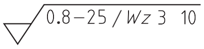
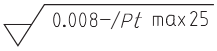
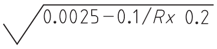
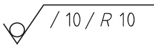
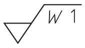
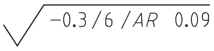
	高度参数									间距参数	混合参数	曲线和相关参数		
	峰谷值					平均值								
R 轮廓参数（粗糙度参数）	*Rp*	*Rv*	*Rz*	*Rc*	*Rt*	*Ra*	*Rq*	*Rsk*	*Rku*	*RSm*	*RΔq*	*Rmr*(*c*)	*Rδc*	*Rmr*
W 轮廓参数（波纹度参数）	*Wp*	*Wv*	*Wz*	*Wc*	*Wt*	*Wa*	*Wq*	*Wsk*	*Wku*	*WSm*	*WΔq*	*Wmr*(*c*)	*Wδc*	*Wmr*
P 轮廓参数（原始轮廓参数）	*Pp*	*Pv*	*Pz*	*Pc*	*Pt*	*Pa*	*Pq*	*Psk*	*Pku*	*PSm*	*PΔq*	*Pmr*(*c*)	*Pδc*	*Pmr*

表面结构符号在注写了具体参数代号及数值等要求后即成为表面结构代号，表面结构代号的示例及含义见表 2-9。

表 2-9　表面结构代号示例及含义

符　　号	含　　义
	表示不允许去除材料，单向上限值，默认传输带，*R* 轮廓，粗糙度的最大高度 0.4μm，评定长度为 5 个取样长度（默认），“16% 规则”（默认）
	表示去除材料，单向上限值，默认传输带，*R* 轮廓，算术平均偏差为 3.2μm，评定长度为 5 个取样长度（默认），“16% 规则”（默认）
	表示去除材料，单向上限值，默认传输带，*R* 轮廓，粗糙度最大高度的最大值为 0.2μm，评定长度为 5 个取样长度（默认），“最大规则”（默认）
	表示去除材料，单向上限值，传输带 0.008～0.8mm，*R* 轮廓，算术平均偏差为 3.2μm，评定长度为 5 个取样长度（默认），“16% 规则”（默认）

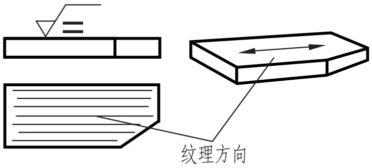
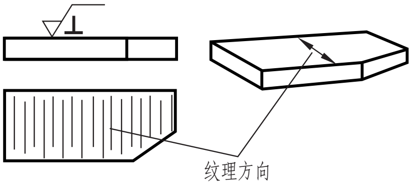
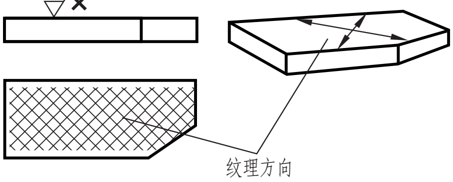
（续）

符　　号	含　　义
	表示去除材料，单向上限值，传输带：根据 GB/T 6062，取样长度 0.8mm（λs 默认 0.0025mm），R 轮廓，算术平均偏差为 3.2μm，评定长度包含 3 个取样长度，“16% 规则”（默认）
	表示不允许去除材料，双向上限值，两极限值均使用默认传输带，R 轮廓。上限值：算术平均偏差为 3.2μm，评定长度为 5 个取样长度（默认），“最大规则”。下限值：算术平均偏差为 0.8μm，评定长度为 5 个取样长度（默认），“16% 规则”（默认）
	表示去除材料，单向上限值，传输带 0.8～25mm，W 轮廓，波纹度最大高度 10μm，评定长度包含 3 个取样长度，“16% 规则”（默认）
	表示去除材料，单向上限值，传输带 λs = 0.008mm，无长波滤波器，P 轮廓，轮廓总高 25μm，评定长度等于工件长度（默认），“最大规则”
	表示任意加工方法，单向上限值，传输带 λs = 0.0025mm，A = 0.1mm，评定长度 3.2mm（默认），粗糙度图形参数，粗糙度图形最大深度 0.2μm，“16% 规则”（默认）
	表示不允许去除材料，单向上限值，传输带 λs = 0.008mm（默认），A = 0.5mm（默认），评定长度 10mm，粗糙度图形参数，粗糙度图形平均深度 10μm，“16% 规则”（默认）
	表示去除材料，单向上限值，传输带 A = 0.5mm（默认），B = 2.5mm（默认），评定长度 16mm（默认），波纹度图形参数，波纹度图形平均深度 1mm，“16% 规则”（默认）
	表示任意加工方法，单向上限值，传输带 λs = 0.008mm（默认），A = 0.3mm（默认），评定长度 6mm，粗糙度图形参数，粗糙度图形平均间距 0.09mm，“16% 规则”（默认）

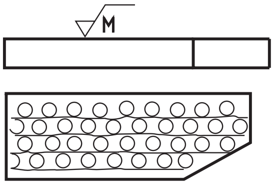
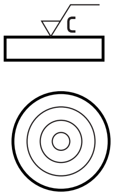
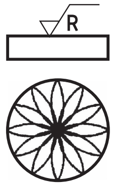
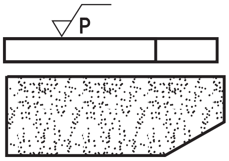
2.2.3　表面纹理的注法

表面结构所要求的与图样平面相应的纹理及方向见表 2-10。

表 2-10　表面纹理的标注

符号	解释和示例	
=	纹理平行于视图所在的投影面	
⊥	纹理垂直于视图所在的投影面	
X	纹理呈两斜向交叉且与视图所在的投影面相交	

（续）

符号	解释和示例	
M	纹理呈多方向	
C	纹理呈近似同心圆且圆心与表面中心相关	
R	纹理呈近似放射状且与表面圆心相关	
P	纹理呈微粒、凸起、无方向	

注：如果表面纹理不能清楚地用这些符号表示，必要时，可在图样上加注说明。

2.2.4　加工余量的注法

在同一图样中，有多个加工工序的表面可标注加工余量，例如，在表示完工零件形状的铸锻件图样中给出加工余量。加工余量可以是加注在完整符号上的唯一要求，也可以同表面结构要求一起标注，如图 2-4 所示。

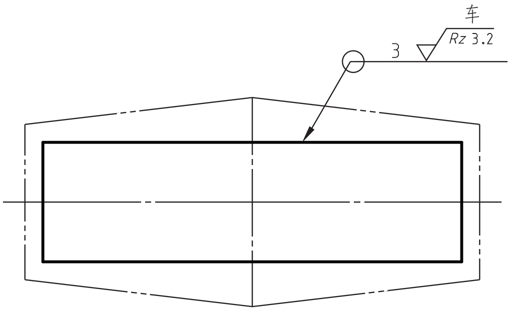
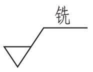
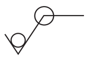
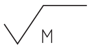
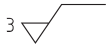


图 2-4　在表示完工零件的图样中给出加工余量的注法（所有表面均有 3mm 加工余量）

2.2.5　表面结构要求在图样中的注法及示例

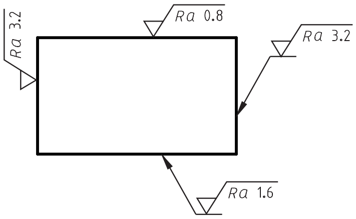
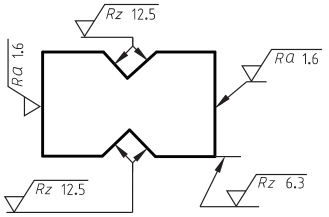
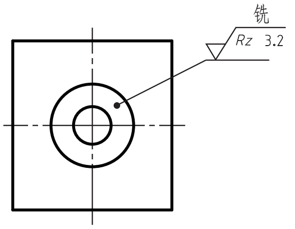
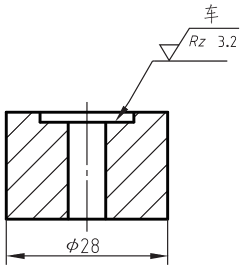
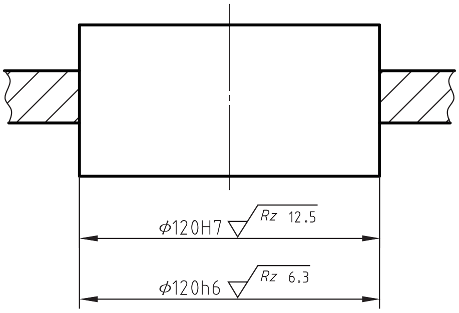
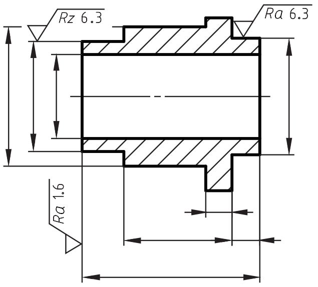
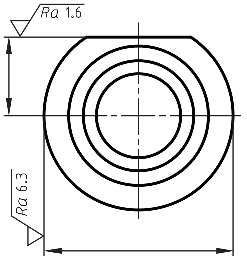
表 2-11 的标注可以与表 2-9 中相应图形符号一起使用。

表 2-11　带有补充注释的符号

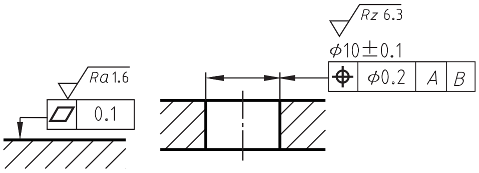
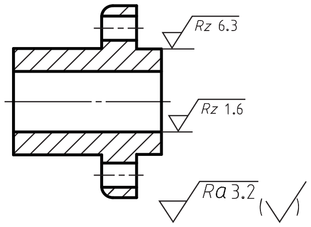
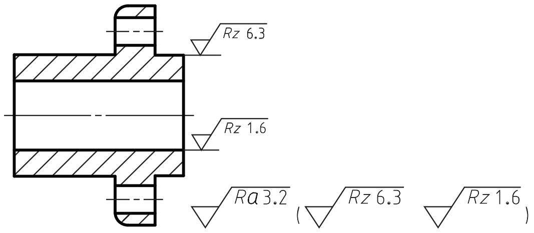
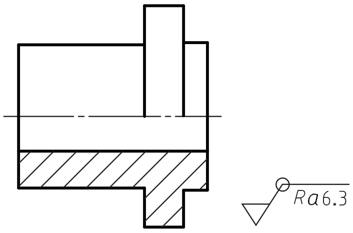
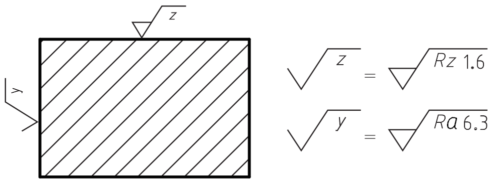
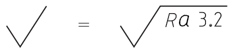
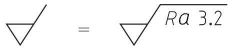
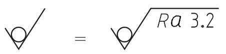
序号	符　　号	含　　义	序号	符　　号	含　　义
1		加工方法：铣削	3		对投影视图上封闭的轮廓线所表示的各表面有相同的表面结构要求
2		表面纹理：纹理呈多方向	4		加工余量 3mm

表面结构要求在图样中的注法见表 2-12。

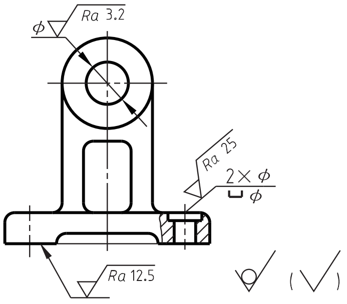
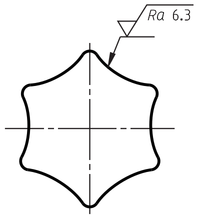
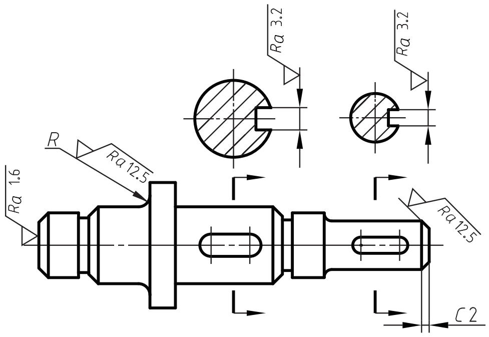
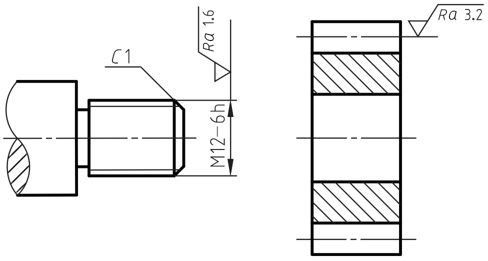
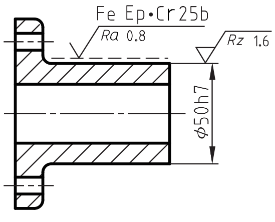
表 2-12　表面结构要求在图样中的注法

序号	类别	图　　例	说　　明
1	表面结构要求的注写方向		表面结构代号的注写和读取方向与尺寸的注写和读取方向相同
2	标注在轮廓线上或指引线上	  	表面结构代号应注在可见轮廓线、尺寸界线、引出线或它们的延长线上。符号的尖端必须从材料外指向表面。必要时，也可用带箭头或黑点的指引线引出标注。在同一图样上，每一表面一般只标注一次代（符）号，并尽可能靠近有关的尺寸线
3	标注在特征尺寸的尺寸线上		在不致引起误解时，表面结构要求可以标注在特征尺寸的尺寸线上
4	标注在圆柱特征的延长线上	 	圆柱和棱柱表面的表面结构要求只标注一次，要求标注在圆柱特征的延长线上

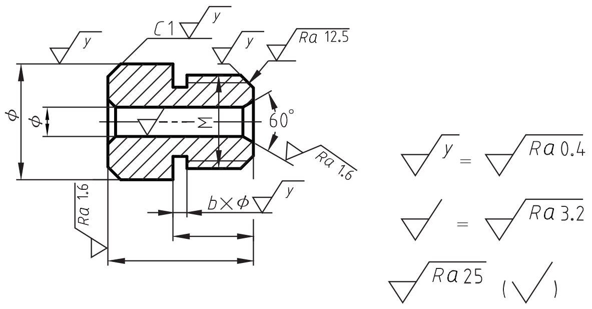
（续）

序号	类别	图　　例	说　　明
5	标注在几何公差框图上方		表面结构要求可标注在几何公差框格的上方
6	大多数表面具有相同表面结构要求的简化标注	 	对工件表面上不同的表面结构要求应直接标注在图形中。如果工件的多数（包括全部）表面有相同结构要求，则其表面结构要求可统一标注在图样的标题栏附近。此时（除全部表面有相同要求的情况外），表面结构要求的符号后面应有： 1）在圆括号内给出无任何其他标注的基本符号 2）在圆括号内给出不同的表面结构要求
7	全部表面具有相同表面结构要求的简化标注		
8	图样空间有限的简化标注		当多个表面具有相同的表面结构要求或图样空间有限时，可以采用简化注法。可以用带字母的完整符号，以等式的形式，在图形或标题栏附近，对有相同表面结构要求的表面进行简化标注
9	只用表面结构符号的简化标注	 未指定工艺方法  要求去除材料  不允许去除材料	可以用左图的表面结构符号，以等式的形式给出对多个表面共同的表面结构要求

（续）

序号	类别	图　例	说　明
10	不连续表面表面结构要求的标注		工件上的连续表面和用细实线连接的不连续的统一表面，其表面结构符号只标注一次
11	连续表面表面结构要求的标注		
12	键槽、倒角等结构表面结构要求的标注		键槽工作面、倒角、圆角的表面结构要求，可简化标注
13	齿轮、螺纹工作表面表面结构要求的标注		齿轮、螺纹等工作表面没有画出齿（牙）型时，其工作表面的表面结构要求可按下面要求标注：齿轮注在分度线上，螺纹注在尺寸线上
14	由两种或多种工艺方法获得的同一表面的标注	 同时给出镀覆前后的表面结构要求的注法	由几种不同工艺方法获得的同一表面，当需要明确每种工艺方法的表面结构要求时，可按左图标注

（续）

序号	类别	图　　例	说　　明
15	表面结构代号标注示例	 C1 y Ra 12.5 60° Ra 1.6 φ b×φ $\sqrt{y}$ = $\sqrt{Ra\ 0.4}$ $\sqrt{}$ = $\sqrt{Ra\ 3.2}$ $\sqrt{Ra\ 25}$ ($\sqrt{}$)	

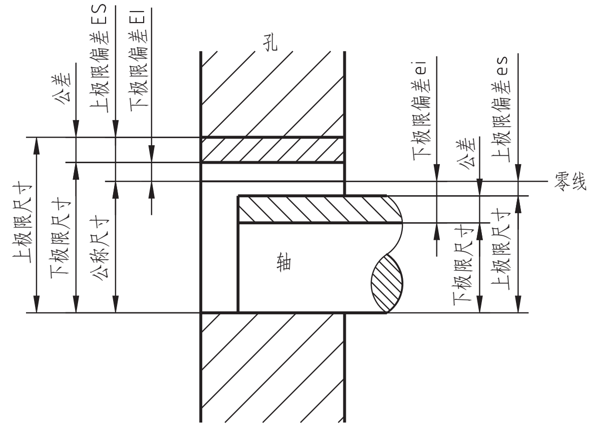
2.3　极限与配合

极限与配合是零件图和装配图中的一项重要的技术要求，也是评定产品质量的重要技术指标之一。GB/T 4458.5—2003 规定了机械制图尺寸公差与配合的注法。

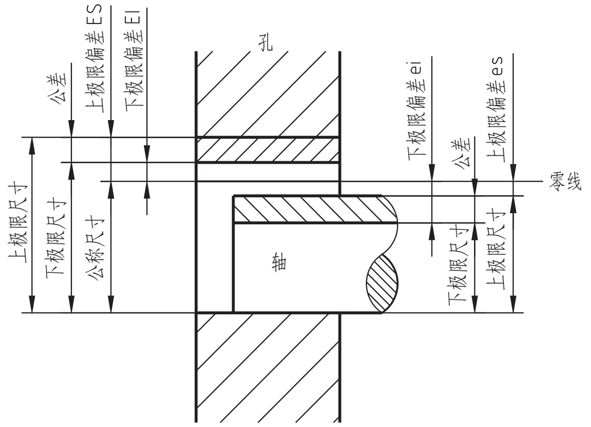
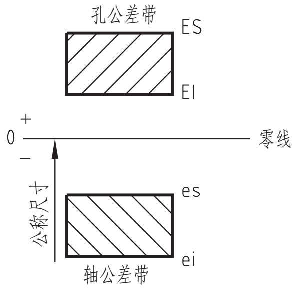
2.3.1　极限与配合的基本术语

极限与配合的基本术语见表 2-13。

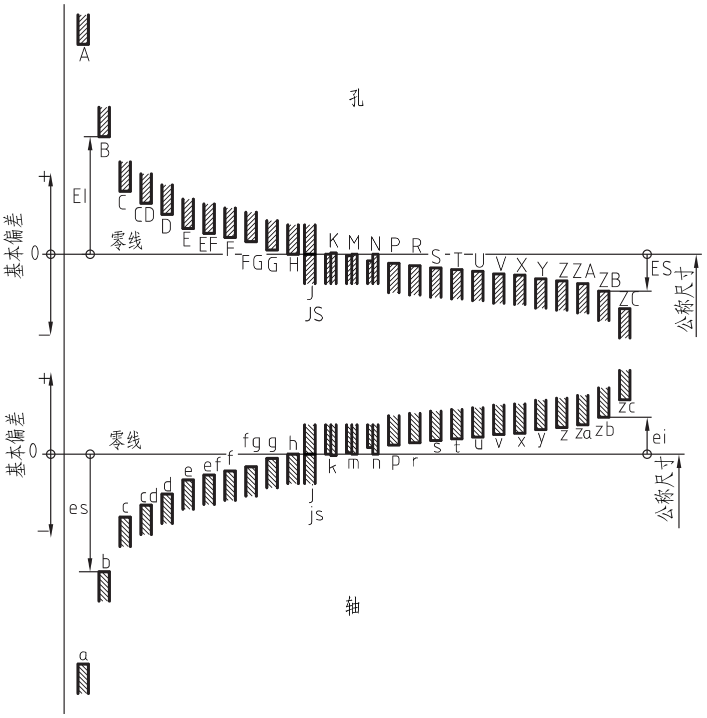
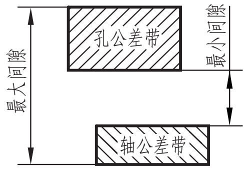
表 2-13　极限与配合的基本术语

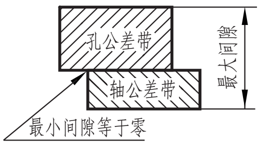
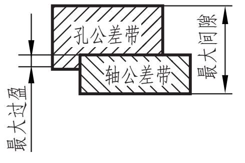
序号	术语	定　　义	图　　解
1	尺寸要素	由一定大小的线性尺寸或角度尺寸确定的几何形状	 孔 轴 公差 上极限偏差 ES 下极限偏差 EI 下极限偏差 ei 公差 上极限偏差 es 零线 上极限尺寸 下极限尺寸 公称尺寸 下极限尺寸 上极限尺寸
2	实际要素	由接近实际要素所限定的工件实际表面的组成要素部分，即实际尺寸	
3	公称尺寸	由图样规范所确定的理想形状要素的尺寸，通过它应用上、下极限偏差可算出极限尺寸	
4	极限尺寸	尺寸要素允许的尺寸的两个极端 实际尺寸应位于其中，也可达到极限尺寸。尺寸要素允许的最大尺寸为上极限尺寸，尺寸要素允许的最小尺寸为下极限尺寸 零件合格的条件：下极限尺寸≤实际尺寸≤上极限尺寸	

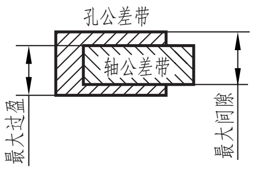
（续）

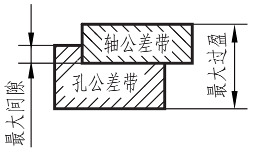
序号	术语	定　　义	图　　解
5	偏差	某一尺寸减去公称尺寸的代数差 上极限尺寸减去公称尺寸所得的代数差称为上极限偏差，下极限尺寸减去公称尺寸所得的代数差称为下极限偏差，上极限偏差和下极限偏差统称极限偏差。偏差数值可以是正值、负值和零。轴的上、下极限偏差代号用小写字母 es、ei 表示；孔的上、下极限偏差代号用大写字母 ES、EI 表示	 公差 上极限偏差ES 下极限偏差EI 孔 下极限偏差ei 公差 上极限偏差es 零线 上极限尺寸 下极限尺寸 公称尺寸 轴 下极限尺寸 上极限尺寸
6	尺寸公差	尺寸公差为上极限尺寸与下极限尺寸之差；或者上极限偏差与下极限偏差之差。它是允许实际尺寸的变动量，是一个没有符号的绝对值	
7	零线	零线是在公差带图解中表示公称尺寸的一条直线，以其为基准确定偏差和公差。通常零线沿水平方向绘制，正偏差位于其上，负偏差位于其下	 孔公差带 ES EI + 0 − 零线 公称尺寸 es ei 轴公差带
8	公差带	在公差带图解中，由代表上极限偏差（或上极限尺寸）和下极限偏差（或下极限尺寸）的两条直线所限定的一个区域	
9	标准公差	标准公差是国家标准规定的用以确定公差带大小的任一公差，用字母 IT 表示。标准公差分为 20 个等级，即 IT01、IT0、IT1 至 IT18。IT 表示公差，阿拉伯数字表示公差等级，它是反映尺寸精度的等级。IT01 公差数值最小，精度等级最高；IT18 公差数值最大，精度等级最低。标准公差大小是由公称尺寸和公差等级所决定的	

（续）

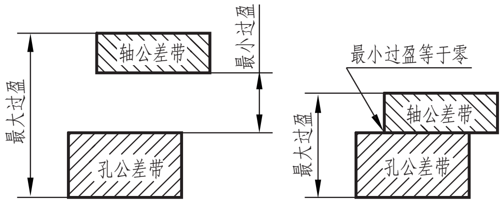
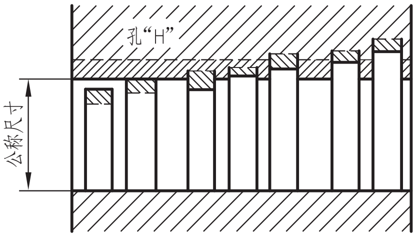
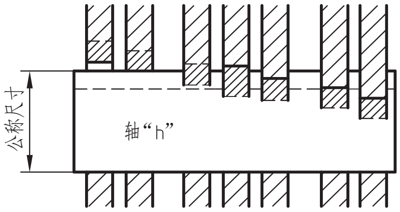
<table>
<tr><th>序号</th><th colspan="2">术语</th><th>定　　义</th><th>图　　解</th></tr>
<tr><td>10</td><td colspan="2">基本偏差</td><td>基本偏差是国家标准中确定公差带相对零线位置的那个极限偏差，可以是上极限偏差或下极限偏差，一般为靠近零线的那个极限偏差。当公差带在零线上方时，基本偏差为下极限偏差；当公差带在零线下方时，基本偏差为上极限偏差
基本偏差共有 28 个，它的代号用拉丁字母表示，大写为孔，小写为轴。右图为基本偏差系列图，从图中可以看到：孔的基本偏差 A ~ H 为下极限偏差，J ~ ZC 为上极限偏差；轴的基本偏差 a ~ h 为上极限偏差，j ~ zc 为下极限偏差。JS 和 js 的公差带对称分布于零线两边，孔和轴的上、下极限偏差分别都是 + IT/2 和 − IT/2</td><td>
</td></tr>
<tr><td>11</td><td colspan="2">公差带代号</td><td>孔和轴的公差带代号由基本偏差代号和公差等级代号组成</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">12</td><td rowspan="2">配合</td><td>间隙配合</td><td>孔与轴装配时具有间隙（包括最小间隙是零）的配合。此时孔的公差带在轴的公差带之上，主要用于两配合表面间有相对运动的场合</td><td>


</td></tr>
<tr><td>过渡配合</td><td>孔与轴装配时可能具有间隙或过盈的配合。此时孔和轴的公差带有重叠部分，主要用于要求对中性较好的场合</td><td>




</td></tr>
</table>

（续）

序号	术语		定　　义	图　　解
12	配合	过盈配合	孔与轴装配时具有过盈(包括最小过盈是零)的配合。此时孔的公差带在轴的公差带之下,主要用于两配合表面间要求紧固连接的场合	 轴公差带 最小过盈 最大过盈 孔公差带 最小过盈等于零 轴公差带 最大过盈 孔公差带
13	配合制	基孔制	基本偏差为一定的孔的公差带,与不同基本偏差的轴的公差带形成各种配合的一种制度。国家标准规定,基孔制的基准孔代号为 H,其下极限偏差为零,上极限偏差一定是正值 在基孔制配合中,与基准孔相配合的轴,其基本偏差 a ~ h 用于间隙配合;j ~ n 一般用于过渡配合;p ~ zc 一般用于过盈配合	
		基轴制	基本偏差为一定的轴的公差带,与不同基本偏差的孔的公差带形成各种配合的一种制度。国家标准规定,基轴制的基准轴代号为 h,其上极限偏差为零,下极限偏差一定是负值 在基轴制配合中,与基准轴相配合的孔,其基本偏差 A ~ H 用于间隙配合;J ~ N 一般用于过渡配合;P ~ ZC 一般用于过盈配合 一般情况,应优先选用基孔制配合	

标准公差数值见表 2-14。

表 2-14　标准公差数值（摘自 GB/T 1800.1—2009）

基本尺寸/mm		标准公差等级																			
		IT01	IT0	IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
大于	至	μm													mm						
—	3	0.3	0.5	0.8	1.2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	0.1	0.14	0.25	0.4	0.6	1	1.4
3	6	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	5	8	12	18	30	48	75	0.12	0.18	0.3	0.48	0.75	1.2	1.8
6	10	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	6	9	15	22	36	58	90	0.15	0.22	0.36	0.58	0.9	1.5	2.2
10	18	0.5	0.8	1.2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	0.18	0.27	0.43	0.7	1.1	1.8	2.7

（续）

基本尺寸 /mm		标准公差等级																			
		IT01	IT0	IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
大于	至	μm													mm						
18	30	0.6	1	1.5	2.5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	0.21	0.33	0.52	0.84	1.3	2.1	3.3
30	50	0.6	1	1.5	2.5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	0.25	0.39	0.62	1	1.6	2.5	3.9
50	80	0.8	1.2	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	0.3	0.46	0.74	1.2	1.9	3	4.6
80	120	1	1.5	2.5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	0.35	0.54	0.87	1.4	2.2	3.5	5.4
120	180	1.2	2	3.5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	0.4	0.63	1.00	1.60	2.50	4.0	6.3
180	250	2	3	4.5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	0.46	0.72	1.15	1.85	2.90	4.6	7.2
250	315	2.5	4	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	0.52	0.81	1.30	2.10	3.20	5.2	8.1
315	400	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	0.57	0.89	1.40	2.30	3.60	5.7	8.9
400	500	4	6	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	0.63	0.97	1.55	2.50	4.00	6.3	9.7

轴和孔的极限偏差数值可分别查阅有关的标准，表 2-15 和表 2-16 分别摘录了 GB/T 1800.2—2009 规定的孔和轴的常用极限偏差数值。

表 2-15　孔的极限偏差（摘自 GB/T 1800.2—2009）　　（单位：μm）

基本尺寸 /mm		公差带												
		C	D	F	G	H				K	N	P	S	U
大于	至	11	9	8	7	7	8	9	11	7	7	7	7	7
—	3	+120 +60	+45 +20	+20 +6	+12 +2	+10 0	+14 0	+25 0	+60 0	0 -10	-4 -14	-6 -16	-14 -24	-18 -28
3	6	+145 +70	+60 +30	+28 +10	+16 +4	+12 0	+18 0	+30 0	+75 0	+3 -9	-4 -16	-8 -20	-15 -27	-19 -31
6	10	+170 +80	+76 +40	+35 +13	+20 +5	+15 0	+22 0	+36 0	+90 0	+5 -10	-4 -19	-9 -24	-17 -32	-22 -37
10	14	+205 +95	+93 +50	+43 +16	+24 +6	+18 0	+27 0	+43 0	+110 0	+6 -12	-5 -23	-11 -29	-21 -39	-26 -44
14	18													
18	24	+240 +110	+117 +65	+53 +20	+28 +7	+21 0	+33 0	+52 0	+130 0	+6 -15	-7 -28	-14 -35	-27 -48	-33 -54
24	30													-40 -61
30	40	+280 +120	+142 +80	+64 +25	+34 +9	+25 0	+39 0	+62 0	+160 0	+7 -18	-8 -33	-17 -42	-34 -59	-51 -76
40	50	+290 +130												-61 -86
50	65	+330 +140	+174 +100	+76 +30	+40 +10	+30 0	+46 0	+74 0	+190 0	+9 -21	-9 -39	-21 -51	-42 -72	-76 -106
65	80	+340 +150											-48 -78	-91 -121
80	100	+390 +170	+207 +120	+90 +36	+47 +12	+35 0	+54 0	+87 0	+220 0	+10 -25	-10 -45	-24 -59	-58 -93	-111 -146
100	120	+400 +180											-66 -101	-131 -166

表 2-16　轴的极限偏差（摘自 GB/T 1800.2—2009）　　（单位：μm）

公称尺寸/mm		公差带												
		c	d	f	g	h				k	n	p	s	u
大于	至	11	9	7	6	6	7	9	11	6	6	6	6	6
—	3	-60 -120	-20 -45	-6 -16	-2 -8	0 -6	0 -10	0 -25	0 -60	+6 0	+10 +4	+12 +6	+20 +14	+24 +18
3	6	-70 -145	-30 -60	-10 -22	-4 -12	0 -8	0 -12	0 -30	0 -75	+9 +1	+16 +8	+20 +12	+27 +19	+31 +23
6	10	-80 -170	-40 -76	-13 -28	-5 -14	0 -9	0 -15	0 -36	0 -90	+10 +1	+19 +10	+24 +15	+32 +23	+37 +28
10	18	-95 -205	-50 -93	-16 -34	-6 -17	0 -11	0 -18	0 -43	0 -110	+12 +1	+23 +12	+29 +18	+39 +28	+44 +33
18	24	-110 -240	-65 -117	-20 -41	-7 -20	0 -13	0 -21	0 -52	0 -130	+15 +2	+28 +15	+35 +22	+48 +35	+54 +41
24	30													+61 +48
30	40	-120 -280	-80 -142	-25 -50	-9 -25	0 -16	0 -25	0 -62	0 -160	+18 +2	+33 +17	+42 +26	+59 +43	+76 +60
40	50	-130 -290												+86 +70
50	65	-140 -330	-100 -174	-30 -60	-10 -29	0 -19	0 -30	0 -74	0 -190	+21 +2	+39 +20	+51 +32	+72 +53	+106 +87
65	80	-150 -340											+78 +59	+121 +102
80	100	-170 -390	-120 -207	-36 -71	-12 -34	0 -22	0 -35	0 -87	0 -220	+25 +3	+45 +23	+59 +37	+93 +71	+146 +124
100	120	-180 -400											+101 +79	+166 +144

2.3.2　尺寸公差与配合的注法及示例

1. 装配图上的标注形式

在装配图上标注极限与配合，多采用组合式注法，即在公称尺寸的右边用分数的形式注出公差带代号，分子为孔的公差带代号，分母为轴的公差带代号。标注与标准件（如滚动轴承）配合的零件（轴或孔）的配合要求时，可以仅在该零件的公称尺寸右边注出公差带代号，具体见表 2-17。

2. 零件图上的标注形式

在零件图上标注尺寸公差有三种形式：

1）在公称尺寸右边注出公差带代号，如 $\phi30H8$。

2）在公称尺寸右边注出极限偏差数值，如 $\phi 30^{+0.033}_{0}$。

3）两者同时注出并在极限偏差数值前后加括号，如 $\phi30H8\ (^{+0.033}_{0})$。

极限与配合在装配图及零件图上的标注示例可参见表 2-18。

表 2-17 极限与配合在装配图中的标注形式

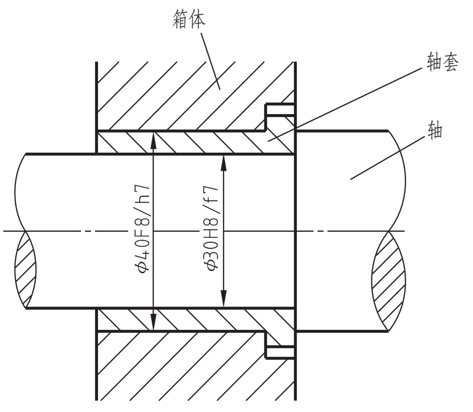
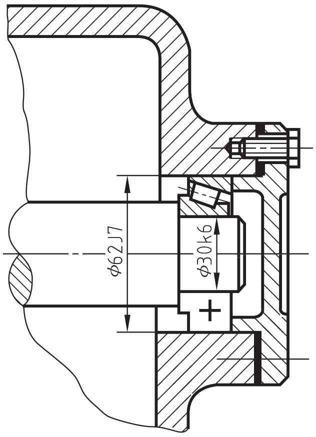
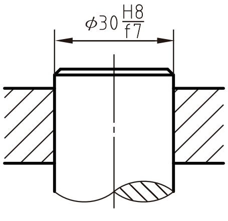
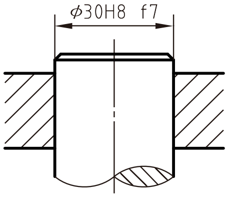
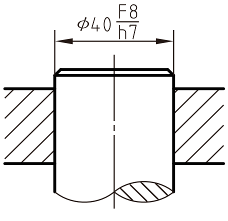
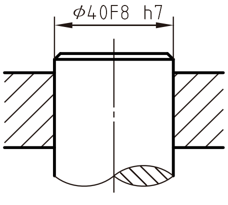
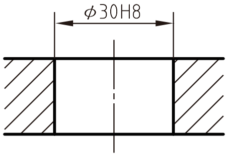
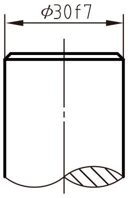
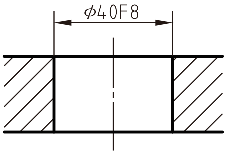
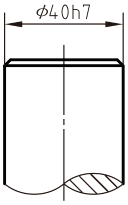
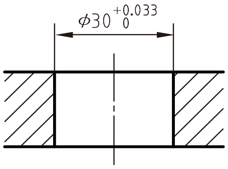
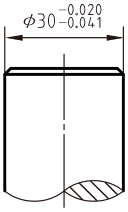
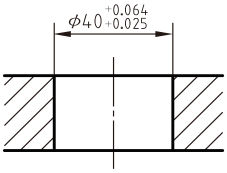
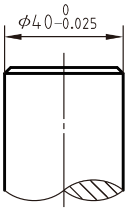
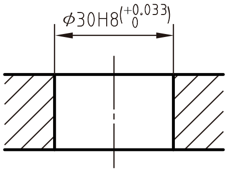
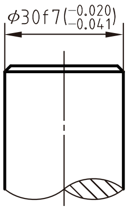
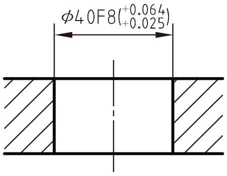
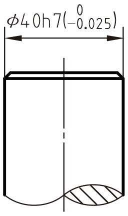
类别	标注形式	示例	图例
基孔制	公称尺寸$\dfrac{\text{基准孔(H)、公差等级代号}}{\text{轴的基本偏差代号、公差等级代号}}$	$\phi 30\dfrac{H8}{f7}$或 ϕ30H8/f7	 装配图上标注配合
基轴制	公称尺寸$\dfrac{\text{孔的基本偏差代号、公差等级代号}}{\text{基准轴(h)、公差等级代号}}$	$\phi 40\dfrac{F8}{h7}$或 ϕ40F8/h7	
与标准件配合	仅在该零件的公称尺寸右边注出公差带代号	ϕ62J7、 ϕ30k6	 标准件、外购件的配合要求的注法

表 2-18 极限与配合在图样中的标注示例

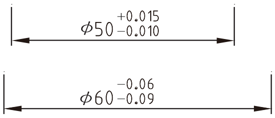
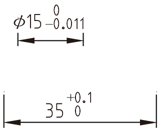
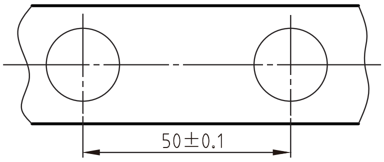
	基孔制		基轴制	
装配图				

（续）

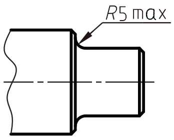
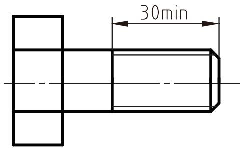
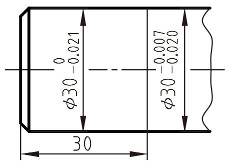
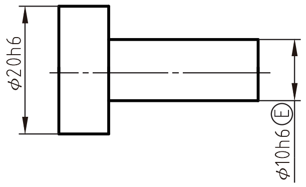
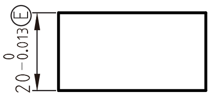
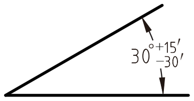
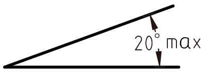
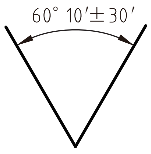
		基准孔	与基准孔相配的轴	与基准轴相配的孔	基准轴
零件图	代号注法				
	数值注法				
	代号数值注法				

极限与配合标注的基本规定见表 2-19。

表 2-19　极限与配合标注的基本规定

序号	说　明	图　例
1	当采用极限偏差标注线性尺寸公差时，上、下极限偏差的数字字号应比公称尺寸的数字字号小一号	
2	当标注极限偏差时，上、下极限偏差的小数点必须对齐，小数点后右端的“0”一般不予注出；如果为了使上、下极限偏差值的小数点后的位数相同，可以用“0”补齐	
3	当上极限偏差或下极限偏差为零时，用数字“0”标出，并与下极限偏差或上极限偏差的小数点前的个位数对齐	
4	当公差带相对于公称尺寸对称配置，即上、下极限偏差的绝对值相同时，偏差数字可以只注写一次，并应在偏差数字与公称尺寸之间注出符号“ ± ”，且偏差数字与公称尺寸两者数字高度相同	

（续）

序号	说　　明	图　　例
5	当尺寸仅需要限制单个方向的极限时，应在该极限尺寸的右边加注符号“max”或“min”	 
6	同一公称尺寸的表面，若有不同的公差要求时，应用细实线分开，并按规定的形式分别标注其公差	
7	如要素的尺寸公差和形状公差的关系需满足包容要求时，应按规定在尺寸公差的右边加注符号“Ⓔ”	 
8	角度公差标注的基本规则与线性尺寸公差的标注方法相同	  

2.4　几何公差

几何公差是指零件要素（点、线、面）的实际形状、实际位置或实际方向等对于理想形状、理想位置或理想方向的允许变动量，包括形状公差、位置公差、方向公差和跳动公差。

为了提高机械产品的质量，不仅需要保证零件的尺寸精度，而且还要保证其几何精度，并将要求正确地标注在图样上。

2.4.1　几何公差的基本术语

几何公差的基本术语见表2-20。

表2-20　几何公差的基本术语

序号	名称	定　　义
1	理想要素	具有几何意义的要素
2	实际要素	零件上实际存在的要素
3	被测要素	给出了形状和(或)位置公差的要素
4	基准要素	用来确定被测要素的方向和(或)位置的要素
5	形状公差	单一实际要素的形状所允许的变动全量
6	方向公差	关联实际要素对基准在方向上允许的变动全量
7	位置公差	关联实际要素对基准在位置上允许的变动全量
8	跳动公差	关联实际要素绕基准轴线回转一周或连续回转时所允许的最大跳动量
9	基准	理想基准要素，是确定要素间几何关系的依据，分为基准点、基准线和基准面
10	理论正确尺寸	被测要素的理想形状、方向、位置的尺寸，该尺寸不附带公差

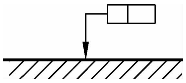
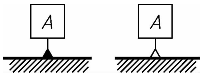
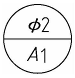
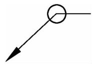
2.4.2　几何公差的符号

国家标准将形状公差分为六个几何特征，方向公差分为五个几何特征，位置公差分为六个几何特征，跳动公差分为两个几何特征。其中形状特征无基准要求，每个几何特征都用规定的专用符号表示。几何公差的各个几何特征符号见表2-21，附加符号见表2-22。

表2-21　几何特征符号（摘自GB/T 1182—2008）

公差类型	几何特征	符号	有无基准	公差类型	几何特征	符号	有无基准
形状公差	直线度	⏤	无	位置公差	位置度	⌖	有或无
	平面度	▱	无		同心度 (用于中心点)	◎	有
	圆度	○	无		同轴度 (用于轴线)	◎	有
	圆柱度	⌭	无		对称度	⌯	有
	线轮廓度	⌒	无		线轮廓度	⌒	有
	面轮廓度	⌓	无		面轮廓度	⌓	有
方向公差	平行度	∥	有	跳动公差	圆跳动	↗	有
	垂直度	⊥	有		全跳动	⌰	有
	倾斜度	∠	有				
	线轮廓度	⌒	有				
	面轮廓度	⌓	有				

表 2-22　附加符号（摘自 GB/T 1182—2008）

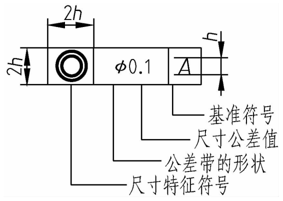
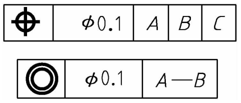
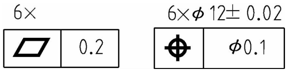
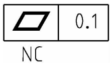
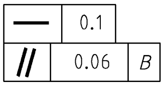
说明	符号	说明	符号	说明	符号
被测要素		最小实体要求	Ⓛ	小径	LD
基准要素		自由状态条件（非刚性零件）	Ⓕ	大径	MD
基准目标				中径、节径	PD
理论正确尺寸	$\boxed{50}$	全周（轮廓）		线素	LE
延伸公差带	Ⓟ	包容要求	Ⓔ	不凸起	NC
最大实体要求	Ⓜ	公共公差带	CZ	任意横截面	ACS

2.4.3　公差框格

几何公差在图样上用公差框格的形式标注。公差框格由两格或多格的矩形框格组成，框格中的主要内容从左到右按以下次序填写：几何特征符号；公差值及有关附加符号；基准符号及有关附加符号。

公差框格的形式见表 2-23。

表 2-23　公差框格的形式

序号	形　　式	说　　明
1	 2h h 2h ϕ0.1 A 基准符号 尺寸公差值 公差带的形状 尺寸特征符号	框格的高度应是框格内所书写字体高度的两倍。框格的推荐宽度是：第一格等于框格的高度；第二格应与标注内容的长度相适应；第三格以后各格需与有关字母的宽度相适应
2		公差带为圆形或圆柱形时公差值前加“ϕ”、圆球形时加“Sϕ”，用一个字母表示单个基准，用几个字母表示基准体系或公共基准
3		当某项公差应用于几个相同要素时，应在公差框格的上方、被测要素的尺寸之前注明要素的个数，并在两者之间加上符号“×”
4		如果需要限制被测要素在公差带内的形状，应在公差框格的下方注明
5		如果需要就某个要素给出几种几何特征公差，可将一个公差框格放在另一个的下面

公差框格的推荐尺寸见表 2-24。

表 2-24　公差框格推荐尺寸　（单位：mm）

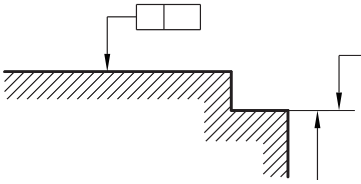
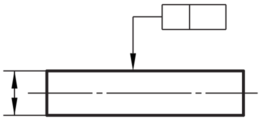
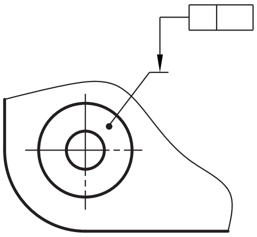
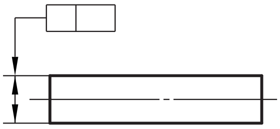
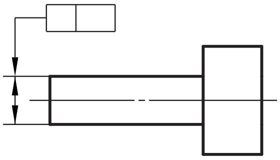
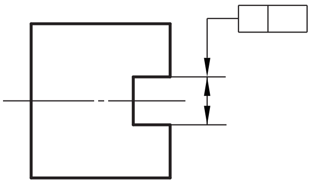
名称	推荐尺寸						
框格高度 *H*	5	7	10	14	20	28	40
字体高度 *h*	2.5	3.5	5	7	10	14	20
直径 *D*	10	14	20	28	40	56	80
线条粗细 *d*	0.25	0.35	0.5	0.7	1	1.4	2

注：直径 *D* 为基准目标。

2.4.4　几何公差的注法

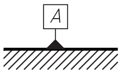
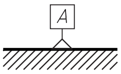
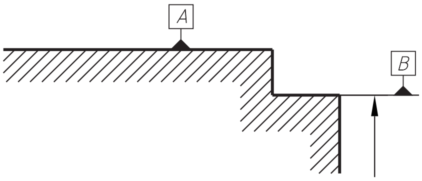
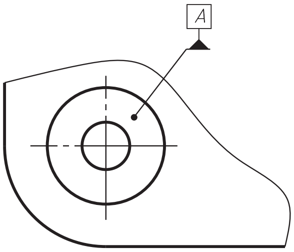
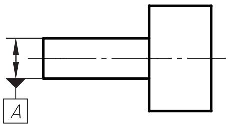
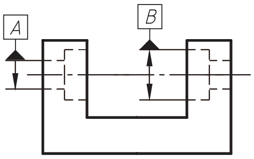
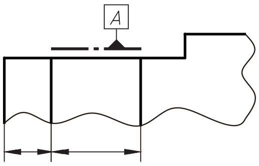
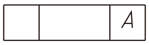
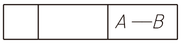
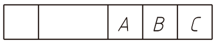
被测要素的标注要求见表 2-25。

表 2-25　被测要素的标注要求

序号	要　求	图　示
1	被测要素与公差框格之间用指引线相连，指引线一端引自框格的任一端，终端带箭头。当公差涉及轮廓线或轮廓面时，箭头指向该要素的轮廓线或其延长线，并明显地与尺寸线错开	  
2	当公差涉及要素的中心线、中心面或中心点时，箭头应位于相应尺寸线的延长线上	  

基准要素应按表 2-26 中要求标注。

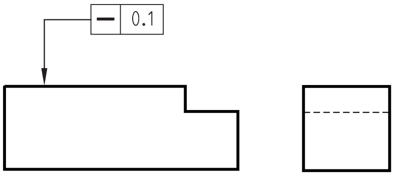
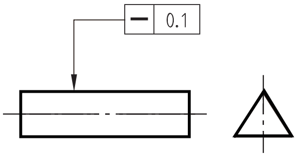
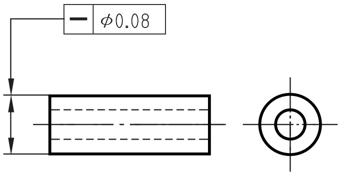
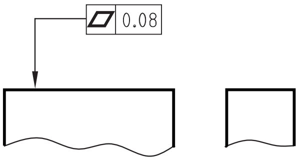
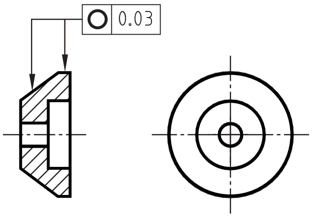
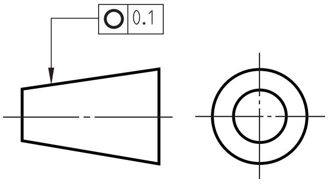
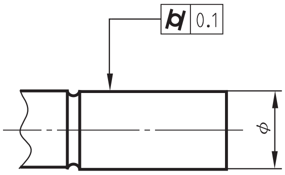
表 2-26　基准要素的标注

序号	要　　求	图　　示
1	与被测要素相关的基准用一个大写字母表示，字母标注在基准方格内，与一个涂黑的或空白的三角形相连以表示基准，涂黑的和空白的基准三角形含义相同	 
2	当基准要素是轮廓线或轮廓面时，基准三角形放置在要素的轮廓线或其延长线上（与尺寸线明显错开），也可放置在该轮廓面引出线的水平线上	 
3	当基准是尺寸要素确定的轴线、中心平面或中心点时，基准三角形应放置在该尺寸线的延长线上。如果没有足够的位置标注基准要素尺寸的两个尺寸箭头，则其中一个箭头可用基准三角形代替	 
4	如果只以要素的某一局部做基准，那么应用粗点画线示出该部分并加注尺寸	
5	以单个要素做基准时，用一个大写字母表示。以两个要素建立公共基准时，用中间加连字符的两个大写字母表示。以两个或三个基准建立基准体系（即采用多基准）时，表示基准的大写字母按基准的优先顺序自左至右填写在各框格内	  

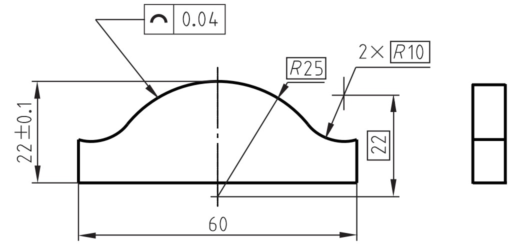
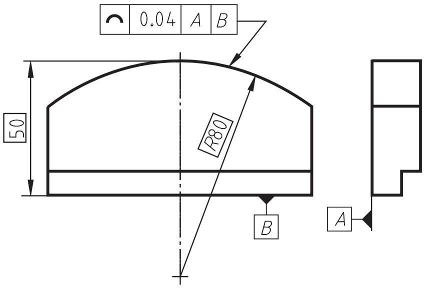
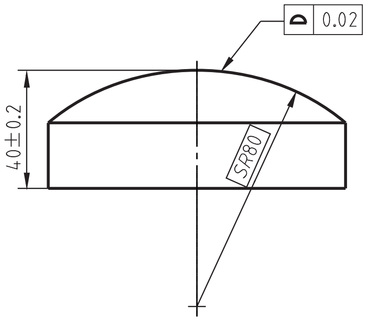
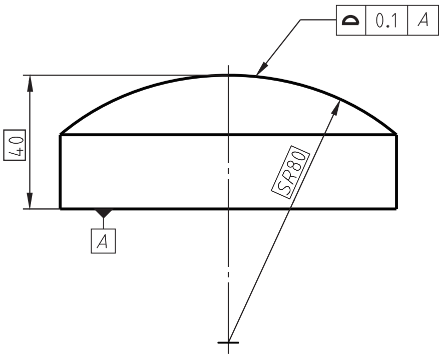
2.4.5　几何公差的标注示例

几何公差的标注示例见表 2-27。

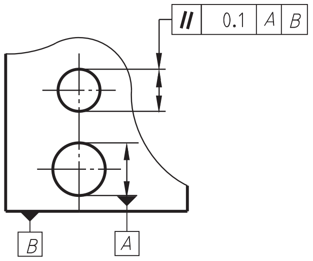
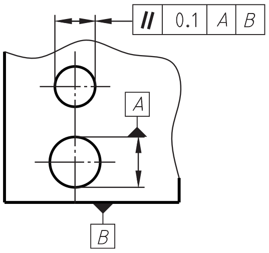
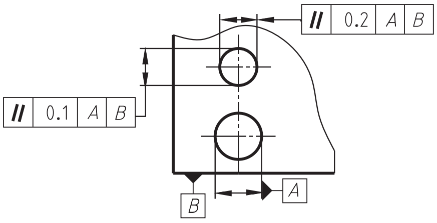
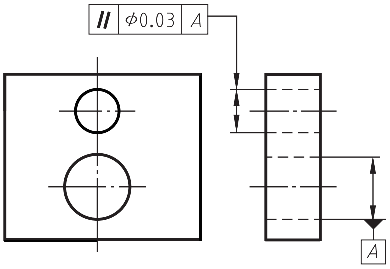
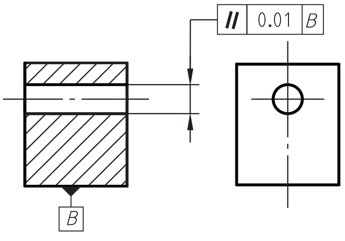
表 2-27　几何公差标注示例

名称	符号	标注示例	说　明
直线度	—		在任一平行于图示投影面的平面内，上平面的提取（实际）线应限定在间距等于 0.1 的两平行直线之间
			提取（实际）的棱边应限定在间距等于 0.1 的两平行平面之间
			外圆柱面的提取（实际）中心线应限定在直径等于 0.08 的圆柱面内
平面度	▱		提取（实际）表面应限定在间距等于 0.08 的两平行平面之间
圆度	○		在圆柱面和圆锥面的任意横截面内，提取（实际）圆周应限定在半径差等于 0.03 的两共面同心圆之间
			在圆锥面的任意横截面内，提取（实际）圆周应限定在半径差等于 0.1 的两同心圆之间
圆柱度	⌭		提取（实际）圆柱面应限定在半径差等于 0.1 的两同轴圆柱面之间

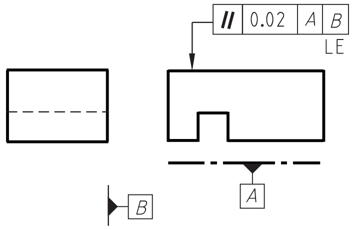
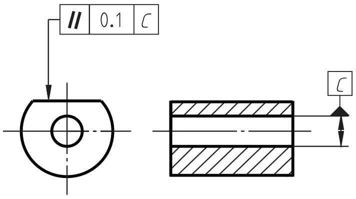
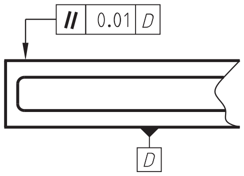
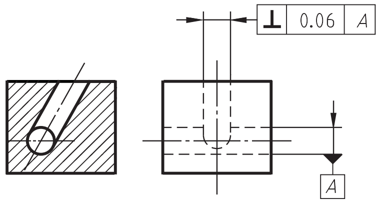
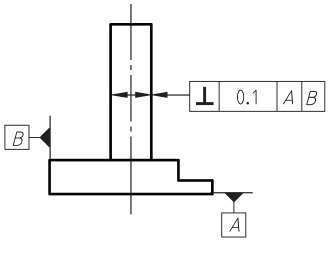
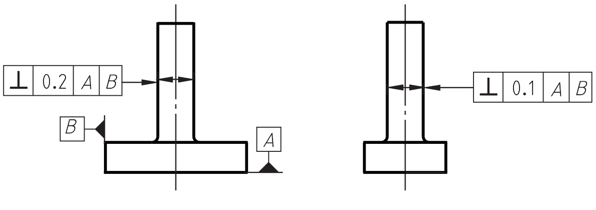
（续）

名称	符号	标注示例	说　　明
线轮廓度	⌒		在任一平行于图示投影面的截面内，提取（实际）轮廓线应限定在直径等于 0.04、圆心位于被测要素理论正确几何形状上的一系列圆的两包络线之间
			在任一平行于图示投影平面的截面内，提取（实际）轮廓线应限定在直径等于 0.04、圆心位于由基准平面 *A* 和基准平面 *B* 确定的被测要素理论正确几何形状上的一系列圆的两等距包络线之间
面轮廓度	⌓		提取（实际）轮廓面应限定在直径等于 0.02、球心位于被测要素理论正确几何形状上的一系列圆球的两等距包络面之间
			提取（实际）轮廓面应限定在直径等于 0.1、球心位于由基准平面 *A* 确定的被测要素理论正确几何形状上的一系列圆球的两等距包络面之间

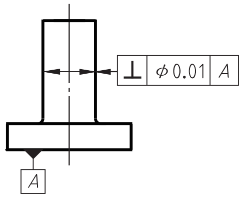
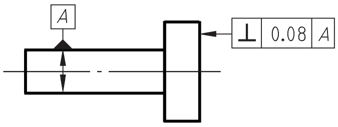
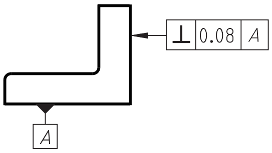
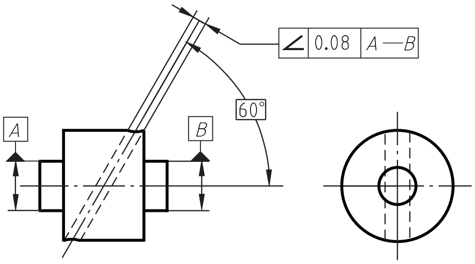
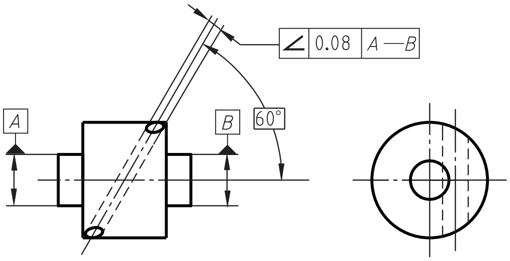
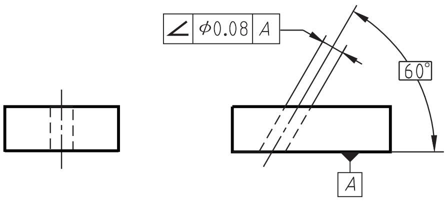
（续）

名称	符号	标注示例	说　　明
平行度	//		提取（实际）中心线应限定在间距等于 0.1、平行于基准轴线 *A* 和基准平面 *B* 的两平行平面之间
			提取（实际）中心线应限定在间距等于 0.1 的两平行平面之间。该两平行平面平行于基准轴线 *A* 且垂直于基准平面 *B*
			提取（实际）中心线应限定在平行于基准轴线 *A* 和平行或垂直于基准平面 *B*、间距分别等于公差值 0.1 和 0.2 且相互垂直的两组平行平面之间
			提取（实际）中心线应限定在平行于基准轴线 *A*、直径等于 0.03 的圆柱面内
			提取（实际）中心线应限定在平行于基准平面 *B*、间距等于 0.01 的两平行平面之间

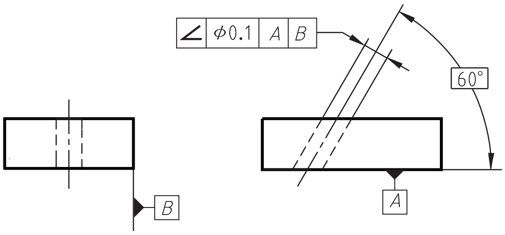
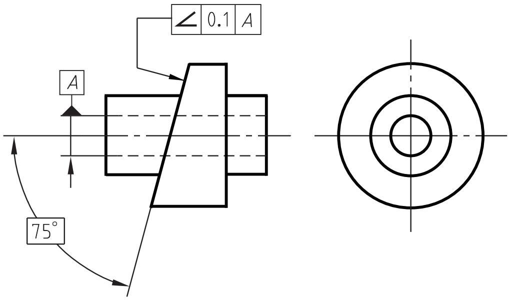
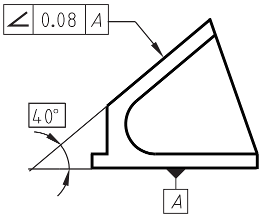
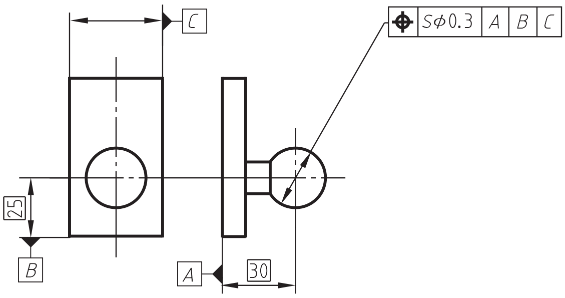
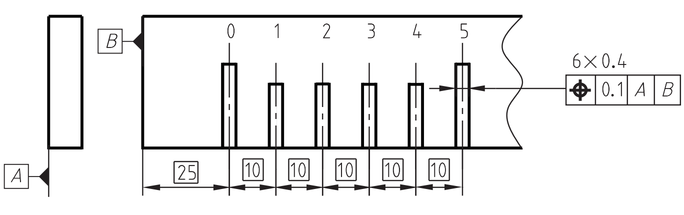
（续）

名称	符号	标注示例	说　　明
平行度	//		提取（实际）线应限定在间距等于 0.02 的两平行直线之间。该两平行直线平行于基准平面 *A* 且处于平行于基准平面 *B* 的平面内
			提取（实际）表面应限定在间距等于 0.1、平行于基准轴线 *C* 的两平行平面之间
			提取（实际）表面应限定在间距等于 0.01、平行于基准 *D* 的两平行平面之间
垂直度	⊥		提取（实际）中心线应限定在间距等于 0.06、垂直于基准轴线 *A* 的两平行平面之间
			圆柱面的提取（实际）中心线应限定在间距等于 0.1 的两平行平面之间。该两平行平面垂直于基准平面 *A* 且平行于基准平面 *B*
			圆柱的提取（实际）中心线应限定在间距分别等于 0.1 和 0.2 且相互垂直的两组平行平面内。该两组平行平面垂直于基准平面 *A* 且垂直或平行于基准平面 *B*

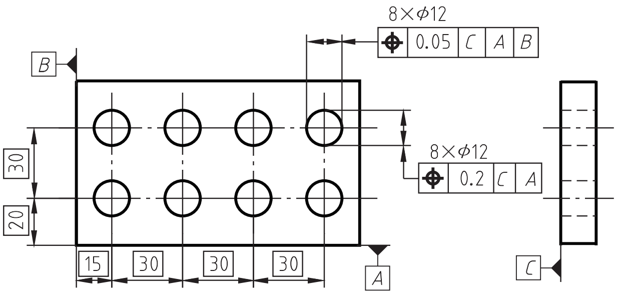
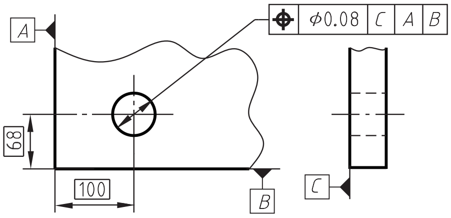
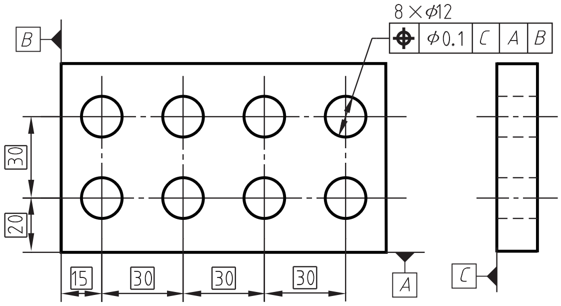
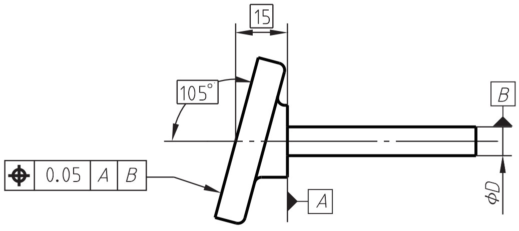
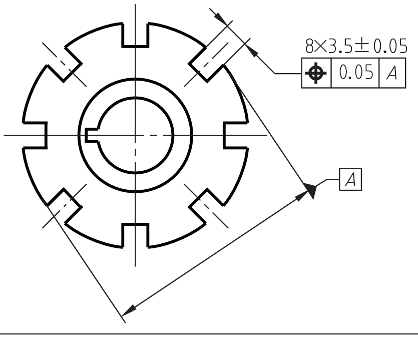
（续）

名称	符号	标注示例	说　明
垂直度	⊥		圆柱面的提取（实际）中心线应限定在直径等于 0.01、垂直于基准平面 *A* 的圆柱面内
			提取（实际）表面应限定在间距等于 0.08 的两平行平面之间。该两平行平面垂直于基准轴线 *A*
			提取（实际）表面应限定在间距等于 0.08、垂直于基准平面 *A* 的两平行平面之间
倾斜度	∠		提取（实际）中心线应限定在间距等于 0.08 的两平行平面之间。该两平行平面按理论正确角度 60°倾斜于公共基准轴线 *A*—*B*
			提取（实际）中心线应限定在间距等于 0.08 的两平行平面之间。该两平行平面按理论正确角度 60°倾斜于公共基准轴线 *A*—*B*
			提取（实际）中心线应限定在直径等于 0.08 的圆柱面内。该两平行平面按理论正确角度 60°倾斜于基准平面 *A*

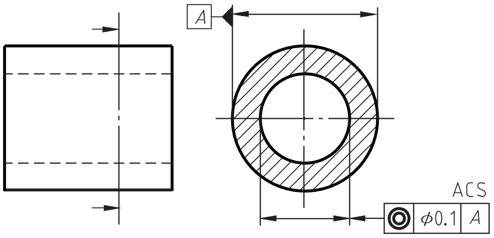
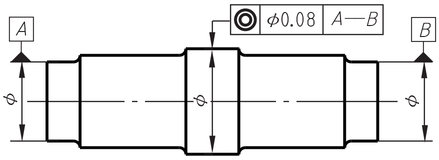
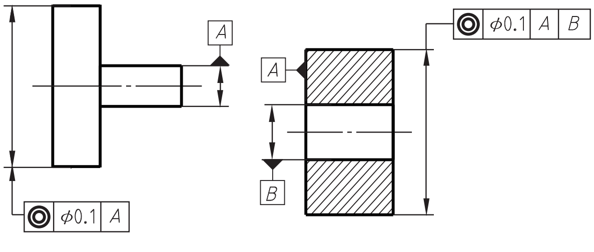
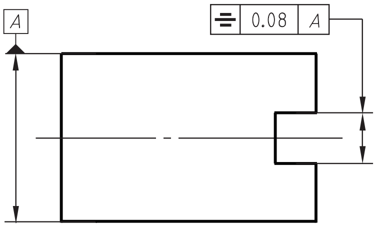
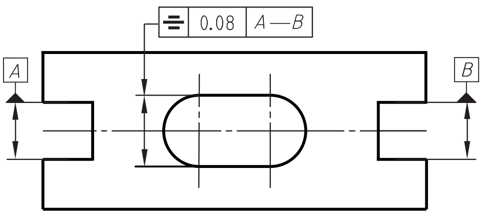
（续）

名称	符号	标注示例	说明
倾斜度	∠		提取（实际）中心线应限定在直径等于 0.1 的圆柱面内。该圆柱面的中心线按理论正确角度 60°倾斜于基准平面 *A* 且平行于基准平面 *B*
			提取（实际）表面应限定在间距等于 0.1 的两平行平面之间。该两平行平面按理论正确角度 75°倾斜于基准轴线 *A*
			提取（实际）表面应限定在间距等于 0.08 的两平行平面之间。该两平行平面按理论正确角度 40° 倾斜于基准平面 *A*
位置度	⌖		提取（实际）球心应限定在直径等于 0.3 的圆球面内。该圆球面的中心由基准平面 *A*、基准平面 *B*、基准中心平面 *C* 和理论正确尺寸 30、25 确定 注：提取（实际）球心的定义尚未标准化
		 B 0 1 2 3 4 5 6×0.4 ⌖ 0.1 A B A 25 10 10 10 10 10	各条刻线的提取（实际）中心线应限定在间距等于 0.1、对称于基准平面 *A*、*B* 和理论正确尺寸 25、10 确定的理论正确位置的两平行平面之间

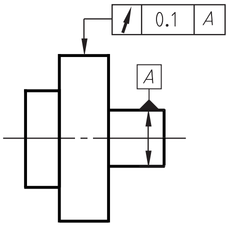
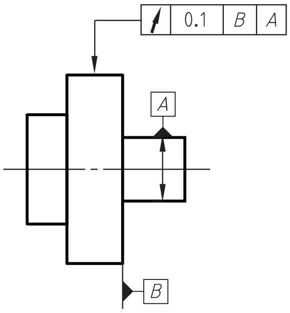
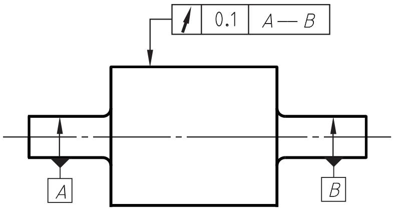
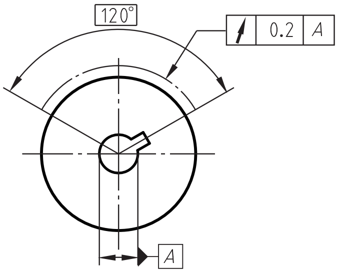
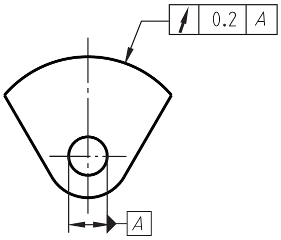
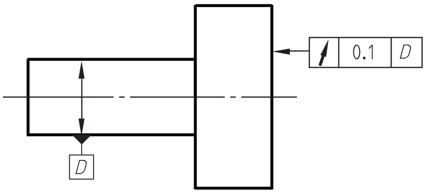
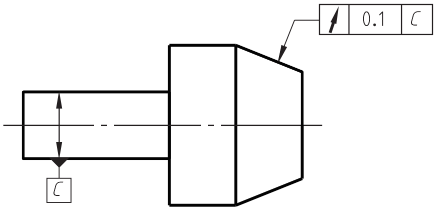
（续）

名称	符号	标注示例	说　明
位置度	⌖	 8×ϕ12 ⌖ 0.05 C A B 8×ϕ12 ⌖ 0.2 C A B A C 30 20 15 30 30 30	各孔的测得（实际）中心线在给定方向上应各自限定在间距分别等于0.05和0.2且相互垂直的两对平行平面内。每对平行平面对称于由基准平面*C*、*A*、*B*和理论正确尺寸20、15、30确定的各孔轴线的理论正确位置
			提取（实际）中心线应限定在直径等于0.08的圆柱面内。该圆柱面的轴线的位置应处于由基准平面*C*、*A*、*B*和理论正确尺寸100、68确定的理论正确位置上
		 8×ϕ12 ⌖ ϕ0.1 C A B B A C 30 20 15 30 30 30	各提取（实际）中心线应各自限定在直径等于0.1的圆柱面内。该圆柱面的轴线应处于由基准平面*C*、*A*、*B*和理论正确尺寸20、15、30确定的各孔轴线的理论正确位置上
			提取（实际）表面应限定在间距等于0.05且对称于被测面的理论正确位置的两平行平面之间。该两平行平面对称于由基准平面*A*、基准轴线*B*和理论正确尺寸15、105°确定的被测面的理论正确位置
			提取（实际）中心面应限定在间距等于0.05的两平行平面之间。该两平行平面对称于由基准轴线*A*和理论正确角度45°确定的各被测面的理论正确位置

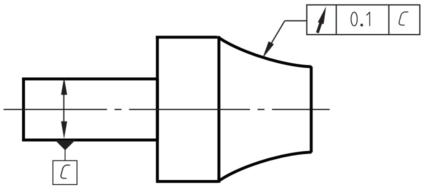
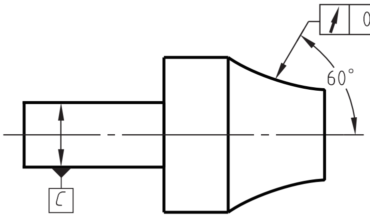
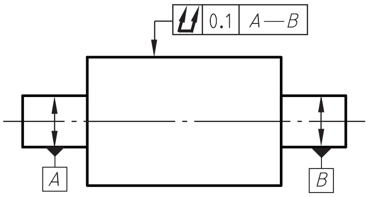
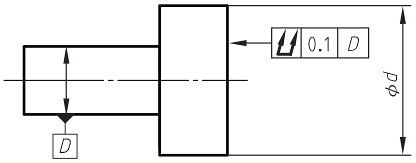
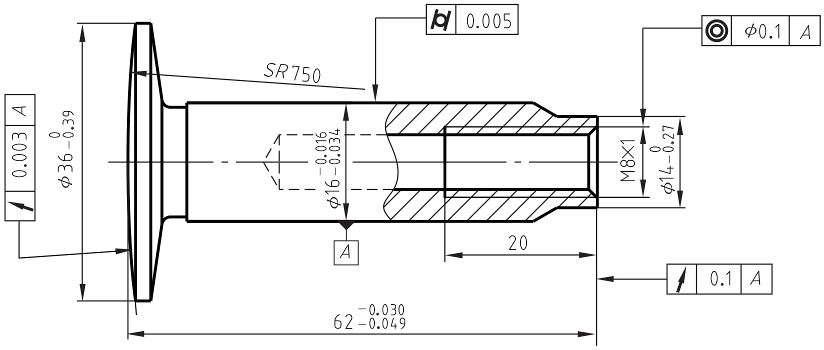
（续）

名称	符号	标 注 示 例	说　　明
同心度和同轴度	◎		在任意横截面内，内圆的提取（实际）中心应限定在直径等于0.1、以基准点A为圆心的圆周内
			大圆柱面的提取（实际）中心线应限定在直径等于0.08、以公共基准轴线A—B为轴线的圆柱面内
			大圆柱面的提取（实际）中心线应限定在直径等于0.1、以基准轴线A为轴线的圆柱面内 大圆柱面的提取（实际）中心线应限定在直径等于0.1、以垂直于基准平面A的基准轴线B为轴线的圆柱面内
对称度	⌯		提取（实际）中心面应限定在间距等于0.08、对称于基准中心平面A的两平行平面之间
			提取（实际）中心面应限定在间距等于0.08、对称于公共基准中心平面A—B的两平行平面之间

（续）

名称	符号	标注示例	说　　明
圆跳动	↗	 	在任一垂直于基准 *A* 的横截面内，提取（实际）圆应限定在半径差等于 0.1、圆心在基准轴线 *A* 上的两同心圆之间 在任一平行于基准平面 *B*、垂直于基准轴线 *A* 的截面上，提取（实际）圆应限定在半径差等于 0.1、圆心在基准轴线 *A* 上的两同心圆之间
			在任一垂直于公共基准轴线 *A*—*B* 的横截面内，提取（实际）圆应限定在半径差等于 0.1、圆心在基准轴线 *A*—*B* 上的两同心圆之间
		 	在任一垂直于基准轴线 *A* 的横截面内，提取（实际）圆弧应限定在半径差等于 0.2、圆心在基准轴线 *A* 上的两同心圆弧之间
			在与基准轴线 *D* 同轴的任一圆柱形截面上，提取（实际）圆应限定在轴向距离等于 0.1 的两个等圆之间
			在与基准轴线 *C* 同轴的任一圆锥面上，提取（实际）线应限定在素线方向上间距等于 0.1 的两不等圆之间

（续）

名称	符号	标注示例	说　明
圆跳动	↗		当标注公差的素线不是直线时，圆锥截面的锥角要随所测圆的实际位置而改变
			在与基准轴线 *C* 同轴且具有给定角度 60° 的任一圆锥截面上，提取（实际）圆应限定在素线方向上间距等于 0.1 的两不等圆之间
全跳动	⌰		提取（实际）表面应限定在半径差等于 0.1、与公共基准轴线 *A*—*B* 同轴的两圆柱面之间
			提取（实际）表面应限定在间距等于 0.1、垂直于基准轴线 *D* 的两平行平面之间
零件图上几何公差标注示例		 ⌭ 0.005 ◎ φ0.1 A SR750 ↗ 0.003 A φ36 0 −0.39 φ16 −0.016 −0.034 M8×1 φ14 0 −0.27 A 20 ↗ 0.1 A 62 −0.030 −0.049 图中各几何公差的含义为： 1）↗ 0.003 A ：表示 *SR*750 的球面对于 φ16 轴线的圆跳动公差是 0.003 2）⌭ 0.005 ：表示杆身 φ16 的圆柱度公差为 0.005 3）◎ φ0.1 A ：表示 M8×1 的螺纹孔轴线对于 φ16 轴线的同轴度公差是 φ0.1 4）↗ 0.1 A ：表示底部对于 φ16 轴线的圆跳动公差是 0.1	

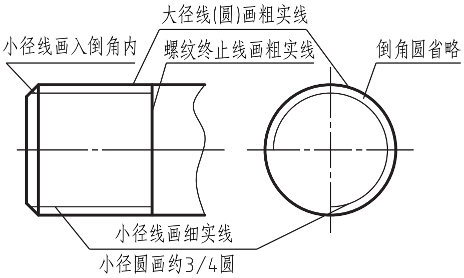
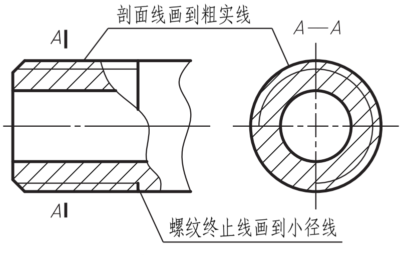
第 3 章　常用结构要素表示法

3.1　螺纹及螺纹紧固件表示法

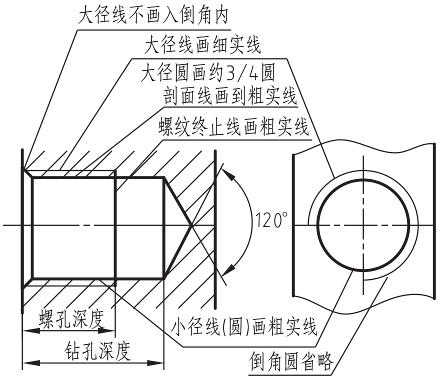
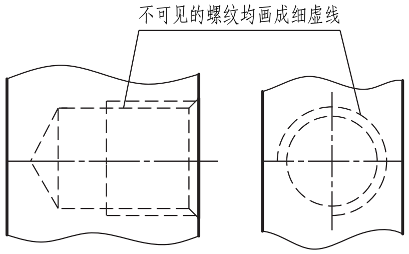
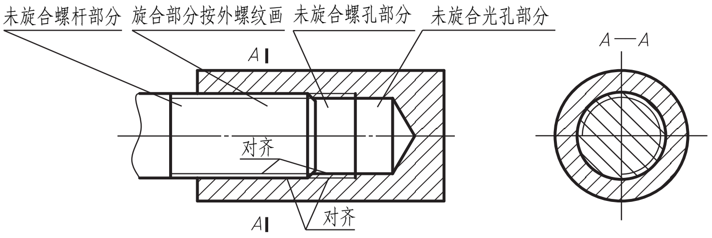
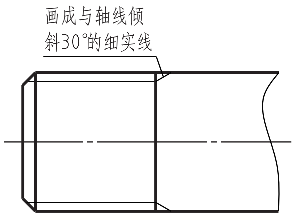
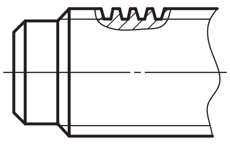
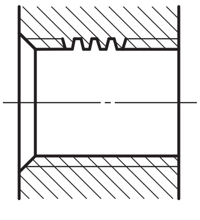
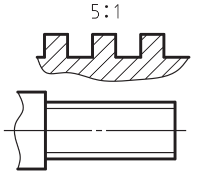
3.1.1　螺纹的规定画法

为了便于绘图，国家标准 GB/T 4459.1—1995 对螺纹的画法做了规定，其主要内容见表 3-1。

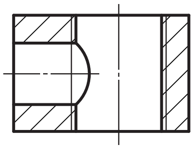
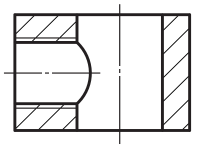
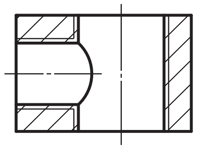
表 3-1　螺纹的规定画法

序号	类别	图　示	说　明
1	外螺纹的规定画法	 大径线(圆)画粗实线 小径线画入倒角内 螺纹终止线画粗实线 倒角圆省略 小径线画细实线 小径圆画约3/4圆 外螺纹的视图画法  外螺纹的剖视画法	1)在平行于螺纹轴线的视图或剖视图中,其牙顶(大径线)用粗实线表示,牙底(小径线)用细实线表示,并将细实线画入螺杆的倒角或倒圆内,螺纹的小径通常画成大径的 0.85;有效螺纹的终止界线(简称螺纹终止线)用粗实线表示 2)在垂直于螺纹轴线(即投影为圆)的视图中,大径圆画成粗实线圆,表示小径的细实线圆画约 3/4 圈(空出约 1/4 圈的位置不做规定),倒角圆省略不画。外螺纹用剖视表达时,螺纹终止线只画牙高的一小段,剖面线必须画到粗实线

（续）

序号	类别	图　　示	说　　明
2	内螺纹的规定画法	 大径线不画入倒角内 大径线画细实线 大径圆画约3/4圆 剖面线画到粗实线 螺纹终止线画粗实线 120° 螺孔深度 钻孔深度 小径线(圆)画粗实线 倒角圆省略 内螺纹的剖视画法  不可见内螺纹的画法	1）在平行于螺纹轴线的剖视图中，其牙底（大径线）用细实线表示，牙顶（小径线）用粗实线表示。剖面线应画到粗实线为止，螺纹终止线也用粗实线表示。对不穿通螺孔，一般应将钻孔深度和螺孔深度分别画出，且钻孔深度比螺孔深度约深0.5D（D为螺纹的大径），其钻头顶角画成120°锥角。对于不剖视图，上述线均画成虚线 2）在垂直于螺纹轴线（即投影为圆）的视图中，大径圆画成约3/4圈细实线圆（空出约1/4圈的位置不做规定），小径圆画成粗实线圆，倒角圆省略不画
3	内、外螺纹联接的规定画法	 未旋合螺杆部分 旋合部分按外螺纹画 未旋合螺孔部分 未旋合光孔部分 A 对齐 对齐 A A—A	1）一般用剖视图表示内、外螺纹的联接，其旋合部分按外螺纹画出，其余部分按各自的规定画法绘制 2）画图时，表示内、外螺纹大、小径的粗实线和细实线应分别对齐，且剖面线画到粗实线
4	外螺纹螺尾的画法		螺尾部分一般不必画出，如需要表示时，该部分用与轴线成30°的细实线画出；螺纹长度是指不包括螺尾在内的有效螺纹的长度，即螺纹长度计算到螺纹终止线
5	非标准螺纹牙型表示法		牙型符合国家标准的螺纹一般不需要表示，当需要表示牙型时，可采用图中的形式

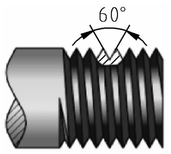
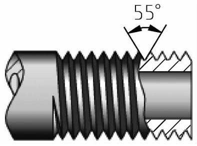
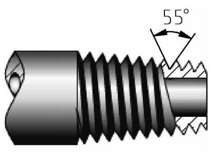
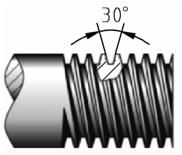
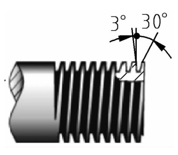
（续）

序号	类别	图　　示	说　　明
6	螺纹孔相交的画法	 螺孔>光孔  螺孔<光孔  螺孔与螺孔相贯	螺纹孔相交时，只画钻孔的相贯线，用粗实线表示

3.1.2　螺纹及螺纹副的规定标记及标注

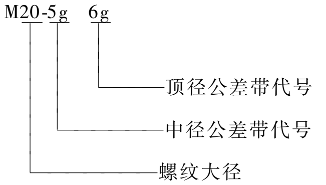
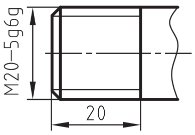
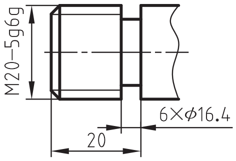
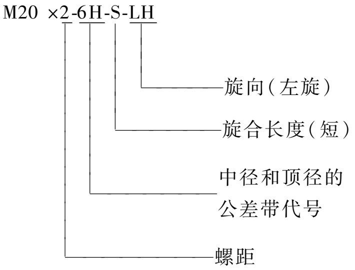
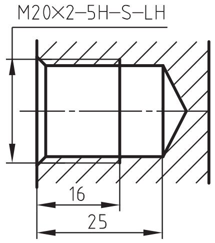
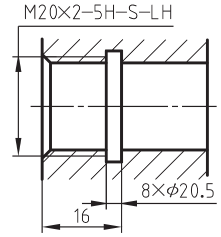
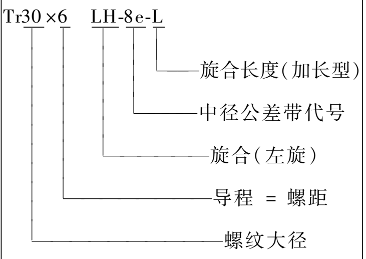
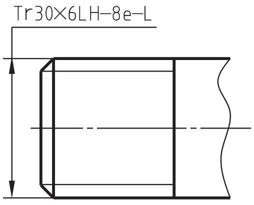
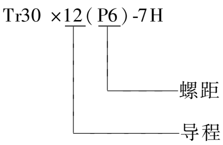
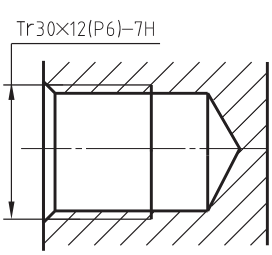
常用标准螺纹牙型、特征代号及用途见表 3-2。

表 3-2　常用标准螺纹牙型、特征代号及用途

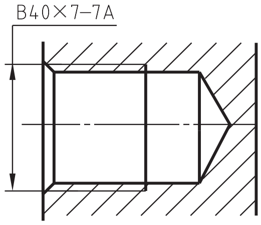
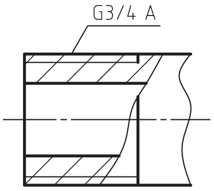
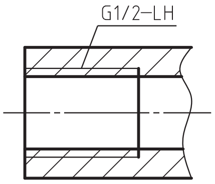
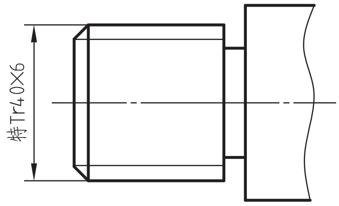
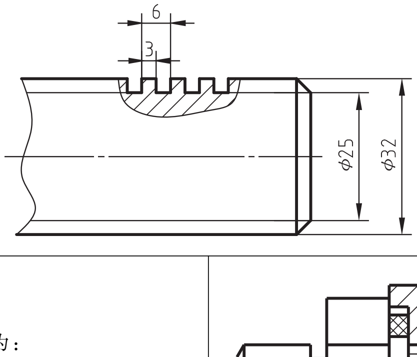
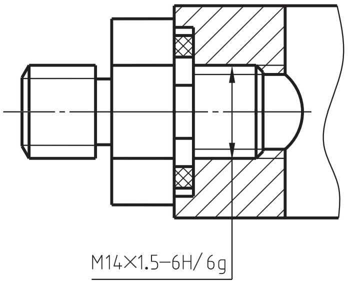
螺纹分类	螺纹种类	特征代号	外形图	用　　途
联接螺纹	粗牙普通螺纹	M		是最常用的联接螺纹。螺纹大径相同时，细牙螺纹的螺距较粗牙螺纹小，切深较浅。一般联接用粗牙普通螺纹，薄壁零件和细小的精密零件联接用细牙普通螺纹
	细牙普通螺纹			
	55°非密封管螺纹	G		常用于电线管等不需密封的管路联接
	55°密封管螺纹	Rp（圆柱内螺纹） Rc（圆锥内螺纹） R_1（与圆柱内螺纹相配合的圆锥外螺纹） R_2（与圆锥内螺纹相配合的圆锥外螺纹）		用于水管、油管、暖气、煤气等管道的联接
传动螺纹	梯形螺纹	Tr		做传动用，用于各种机床上丝杠的传动，可用于传递双向动力
	锯齿形螺纹	B		只能传递单向动力，如螺旋压力机的传动丝杠

螺纹的标记及其在图样中的标注见表 3-3。

表 3-3　螺纹的标记及其在图样中的标注

序号	螺纹种类		标注的内容和形式	标注示例	说　明
1	普通螺纹	粗牙普通螺纹		 	1)螺纹的标记应注在大径尺寸线或尺寸线的延长线上 2)粗牙螺纹不标注螺距 3)右旋省略标注旋向 4)中等旋合长度 N 省略标注 5)螺纹长度为 20mm
2		细牙普通螺纹	 M20 ×2-6H-S-LH 旋向(左旋) 旋合长度(短) 中径和顶径的公差带代号 螺距	 	1)细牙螺纹标注螺距 2mm 2)中径和顶径公差带代号相同，只标注一个 6H 3)左旋要标注 LH 4)螺纹长度为 16mm，钻孔深度为 25mm
3	梯形螺纹	单线梯形螺纹	 Tr30×6　LH-8e-L 旋合长度(加长型) 中径公差带代号 旋合(左旋) 导程 = 螺距 螺纹大径		1)单线梯形螺纹只注螺距，多线梯形螺纹要注导程和螺距 2)梯形螺纹只标注中径公差带代号 3)梯形螺纹旋合长度分中等旋合长度组(N)和长旋合长度组(L)，中等旋合长度组省略不标注 4)右旋省略标注旋向，左旋要标旋向 LH 5)梯形螺纹标记与普通螺纹相同，均标注在螺纹大径的尺寸线或尺寸线的延长线上
4		多线梯形螺纹			

（续）

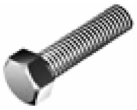
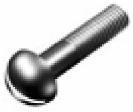
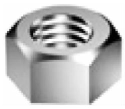
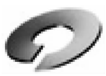
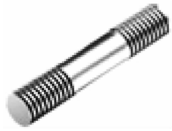
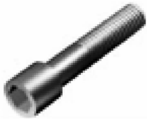
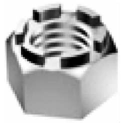
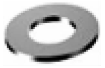
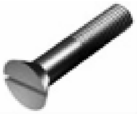
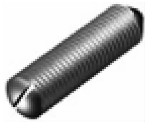
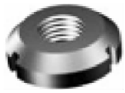
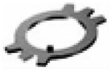
序号	螺纹种类	标注的内容和形式	标注示例	说　明
5	锯齿形螺纹	B40×7-7H 中径公差带代号 螺距 螺纹大径		
6	55°非密封管螺纹	G3/4 A 外螺纹公差等级分为 A 级（精密级）和 B 级（粗糙级）两种，需要标注 G1/2 LH 内螺纹公差等级只有一种，不标注	 	1）管螺纹标记应注在螺纹大径引出的指引线上 2）特征代号右边的数字为尺寸代号，与管的内径相近，单位为英寸（in）
7	特殊螺纹	特 Tr40×6		牙型符合标准，直径或螺距不符合标准的螺纹，应在特征代号前加注“特”字，并注出大径和螺距
8	非标准螺纹			绘制非标准螺纹，应画出螺纹的牙型，并注出所需要的尺寸及有关要求
9	螺纹副	内螺纹的标记为： M14×1.5-6H 外螺纹的标记为： M14×1.5-6g 螺纹副的标记为： M14×1.5-6H/6g		内、外螺纹旋合到一起后称为螺纹副，需要时，在装配图中可标出螺纹副的标记。螺纹副标记是将相互联接的内、外螺纹的标记组合成一个标记

3.1.3　螺纹紧固件的种类及标记

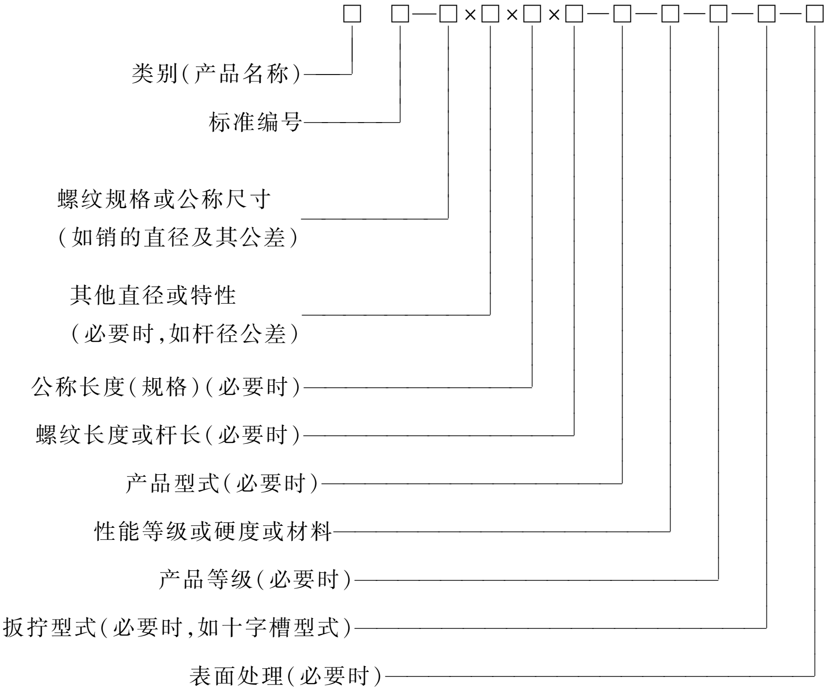
螺纹紧固件是指通过螺纹旋合起到紧固、联接作用的零部件。

螺纹紧固件的种类很多，常用的有螺栓、螺柱、螺钉、螺母和垫圈等（见表 3-4），均为标准件。在设计机器时，不需要单独画出它们的零件图。只需在装配图中画出，并且标明所用标准件的标记，便可根据设计要求按相应的国家标准进行选取。

表 3-4　常用螺纹紧固件

名称	形状	名称	形状	名称	形状	名称	形状
六角头螺栓		半圆头螺钉		六角螺母		弹簧垫圈	
双头螺柱		内六角圆柱头螺钉		六角开槽螺母		平垫圈	
开槽沉头螺钉		紧定螺钉		圆螺母		圆螺母用止动垫圈	

按照 GB/T1237—2000 的规定，紧固件标记有完整标记和简化标记两种标记方法，完整标记格式为：



在一般情况下，紧固件采用简化标记，简化原则如下：

1）类别（产品名称)、标准年代号及其前面的“—”允许全部或部分省略，省略年代

号的标准应以现行标准为准。

2）标记中的“-”允许全部或部分省略；标记中“其他直径或特性”前面的“×”允许省略，但省略后不应导致对标记的误解，一般以空格代替。

3）当产品标准只规定一种产品型式、性能等级或硬度或材料、产品等级、扳拧型式及表面处理时，允许全部或部分省略。

4）当产品标准规定两种及其以上的产品型式、性能等级或硬度或材料、产品等级、扳拧型式及表面处理时，应规定可以省略其中的一种，并在产品标准的标记示例中给出省略后的简化标记。

简化后紧固件的标记格式为

$\boxed{\text{产品名称}}$　$\boxed{\text{标准编号}}$　$\boxed{\text{规格尺寸}}$

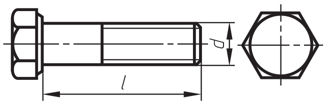
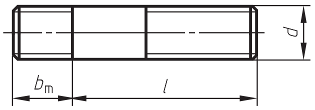
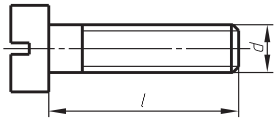
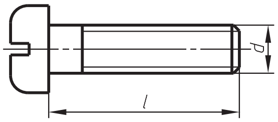
如：螺纹规格 $d=$ M12、公称长度 $l=$ 80mm、性能等级为 10.9 级、表面氧化、产品等级为 A 级的六角头螺栓可标记为

完整标记：螺栓　GB/T 5782—2000-M12×80-10.9-A-O

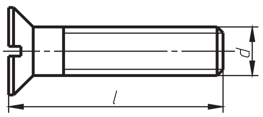
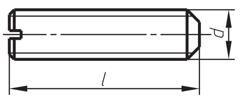
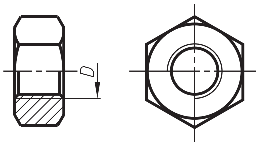
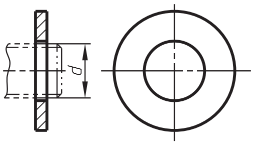
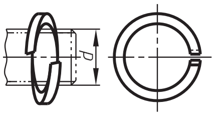
简化标记：螺栓　GB/T 5782　M12×80

常用螺纹紧固件的简图及标记见表 3-5。

表 3-5　常用螺纹紧固件标注示例

种类	结构形式和规格尺寸	标记示例	说　明
六角头螺栓		螺栓 GB/T 5782—2000　M12×50	螺纹规格为 M12，$l=$ 50mm（当螺纹杆上是全螺纹时，应选取标准编号为 GB/T 5783）
双头螺柱		螺柱 GB/T 899—1988　M12×50	双头螺柱双头规格均为 M12，$l=$ 50mm
开槽圆柱头螺钉		螺钉 GB/T 65—2000　M10×50	螺纹规格为 M10，$l=$ 50mm（l 值在 40mm 以内为全螺纹）
开槽盘头螺钉		螺钉 GB/T 67—2008　M10×50	螺纹规格为 M10，$l=$ 50mm（l 值在 40mm 以内为全螺纹）

（续）

种类	结构形式和规格尺寸	标记示例	说　　明
开槽沉头螺钉		螺钉 GB/T 68—2000　M10×45	螺纹规格为 M10，l = 45mm（l 值在 45mm 以内为全螺纹）
开槽锥端紧定螺钉		螺钉 GB/T 71—1985　M10×40	螺纹规格为 M10，l = 40mm
Ⅰ型六角螺母		螺母 GB/T 6170—2000　M12	螺纹规格为 M12 的Ⅰ型六角头螺母
平垫圈		垫圈 GB/T97.1—2002　12—140HV	与螺纹规格 M12 配用的平垫圈，硬度等级 140HV
标准型弹簧垫圈		垫圈 GB/T 93—1987　12	与螺纹规格 M12 配用的弹簧垫圈

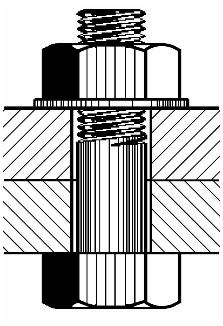
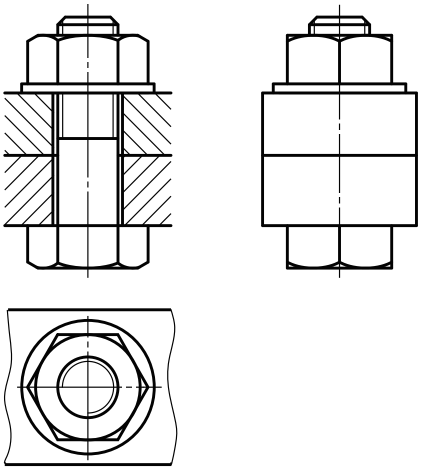
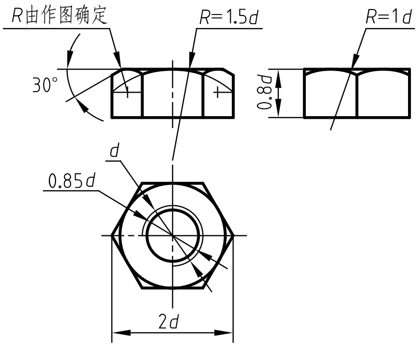
3.1.4　螺纹紧固件的装配画法

螺纹紧固件有三种联接形式：螺栓联接、螺柱联接、螺钉联接。画螺纹紧固件的联接装配图时应遵守的规定见表 3-6 和表 3-7。

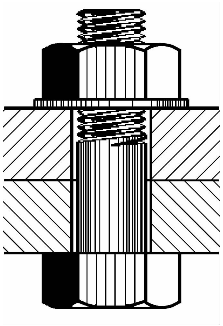
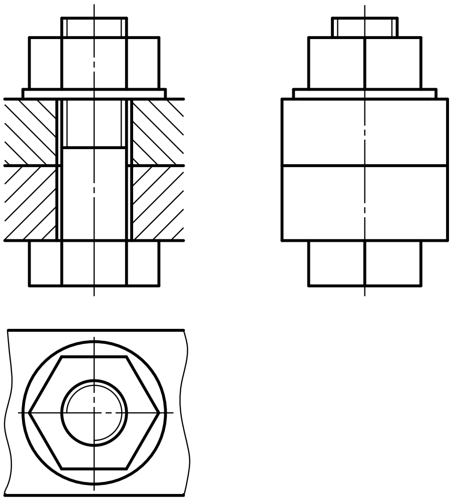
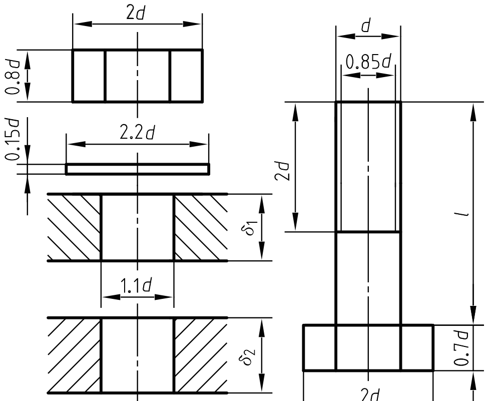
表 3-6　螺纹紧固件装配画法的规定

序号	内　　容
1	两零件的接触表面只画一条线；凡不接触的相邻表面，不论其间隙大小均需画成两条线（小间隙可适当夸大画出，一般不小于 0.7mm）
2	在剖视图中，相邻两零件的剖面线方向要相反，或方向一致而间隔不等。同一零件各视图中剖面线的方向和间隔必须一致
3	当剖切平面通过螺纹紧固件的轴线时，对于螺栓、螺柱、螺钉、螺母及垫圈等按不剖处理，即仍画其外形
4	画联接图时可采用简化画法：螺纹紧固件上的工艺结构如倒角、退刀槽、缩颈等均可省略不画；不穿通的螺纹孔可不画出钻孔深度，仅按有效螺纹部分的深度画出；螺栓、螺母头部的双曲线可简化不画

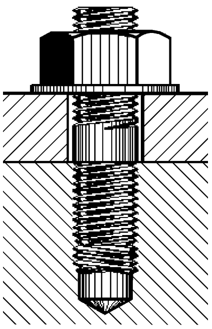
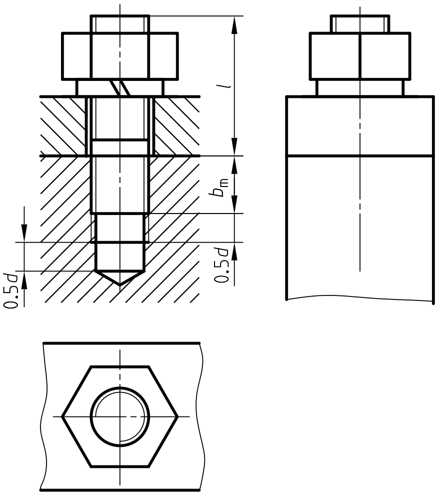
表 3-7　螺纹紧固件的装配画法

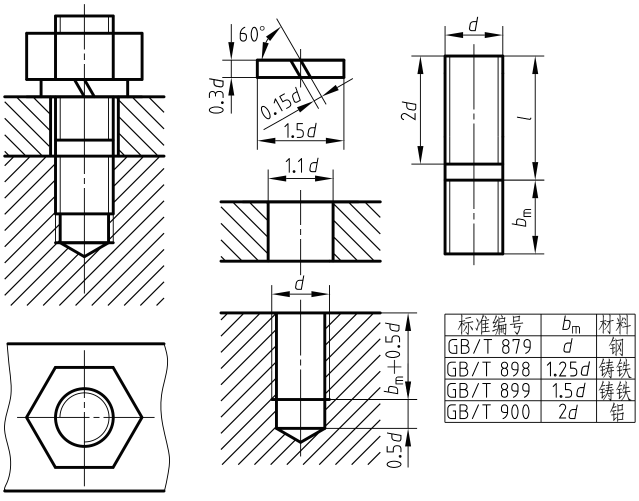
序号	联接种类	装配关系	画法	
1	螺栓联接		比例画法	 a) 装配后  R由作图确定 R=1.5d R=1d 30° 0.8d d 0.85d 2d b) 螺母头部截交线的近似比例画法

（续）

序号	联接种类	装配关系	画　　法	
1	螺栓联接		简化画法	 a) 装配后  2d 0.8d 0.15d 2.2d δ₁ 1.1d δ₂ d 0.85d 2d l 0.7d 2d b) 各标准件的比例取值

（续）

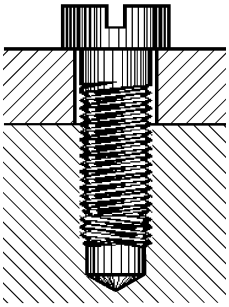
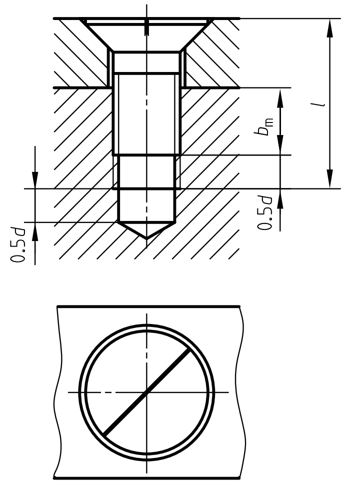
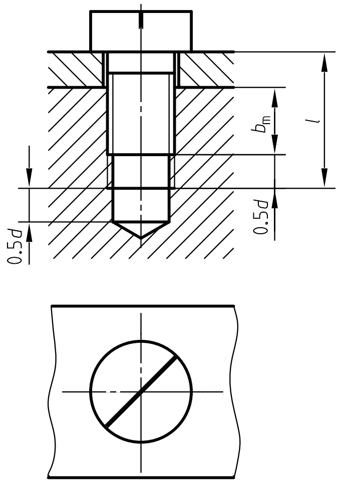
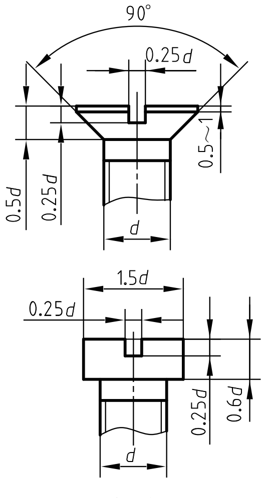
<table>
<tr><th>序号</th><th>联接种类</th><th>装配关系</th><th colspan="2">画　　法</th></tr>
<tr><td>2</td><td>双头螺柱联接</td><td></td><td>简化画法</td><td>

a) 绘出钻孔深度


标准编号	b_m	材料
GB/T 879	d	钢
GB/T 898	$1.25d$	铸铁
GB/T 899	$1.5d$	铸铁
GB/T 900	$2d$	铝

b) 省略钻孔深度</td></tr>
</table>

（续）

序号	联接种类	装配关系	画法	
3	螺钉联接		简化画法	 a) 开槽沉头螺钉联接  b) 开槽圆柱头螺钉联接  90° 0.25d 0.5~1 0.5d 0.25d d 1.5d 0.25d 0.25d 0.6d d c) 螺钉头部画法

注：1. 螺栓长度先初步按下式估算：$l_{计}$ = 上板厚 + 下板厚 + 垫圈厚 h + 螺母厚 $m + a$（螺栓伸出螺母的长度，约为 $0.3d$）。根据估算数值查表 3-13 中的标准长度系列，确定标准长度值，一般使 $l \geqslant l_{计}$。

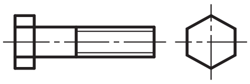
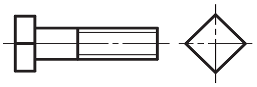
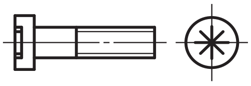
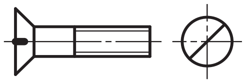
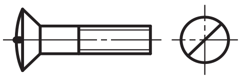
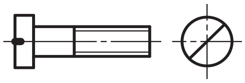
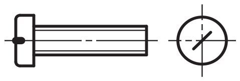
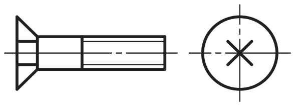
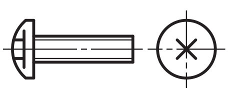
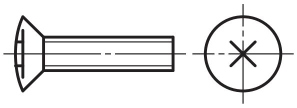
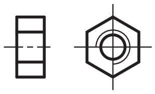
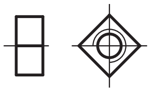
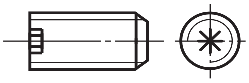
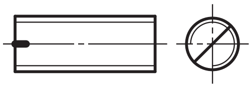
2. 双头螺柱的标准长度也要根据螺纹公称直径 d 通过计算后查表确定，螺柱标准长度是除去旋入端之外的长度。计算长度 $l_{计}$ = 上板厚 + 垫圈厚 + 螺母厚 + a（螺柱伸出螺母的长度，约为 $0.3d$）。计算出长度后，查表 3-14 中的标准长度系列，确定标准长度值，一般使 $l \geqslant l_{计}$。

3. 双头螺柱旋入被联接件的深度 b_m 的值与被联接件的材料有关。

4. 螺钉的长度也要通过初步计算后，查螺钉的标准长度系列表确定。$l_{计}$ = 上板厚 + 旋入深度 b_m，旋入长度的确定同螺柱，标准长度 $l \geqslant l_{计}$。

常用的螺栓、螺钉的头部及螺母在装配图中也可采用表 3-8 中所列的简化画法。

表 3-8　装配图中螺纹紧固件的简化画法

名称	简化画法	名称	简化画法
六角头螺栓		方头螺栓	
圆柱头内 六角螺钉		沉头开槽螺钉	
半沉头 开槽螺钉		圆柱头 开槽螺钉	
盘头 开槽螺钉		沉头十 字槽螺钉	
半沉头十字槽螺钉		盘头十 字槽螺钉	
六角螺母		方头螺母	
无头内 六角螺钉		无头开槽螺钉	

3.1.5　螺纹及螺纹紧固件附表

螺纹及螺纹紧固件标准尺寸数值见表 3-9 ~ 表 3-19。

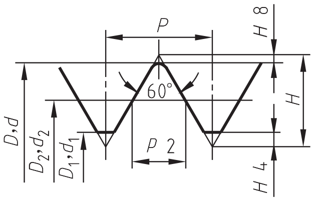
表 3-9　普通螺纹直径与螺距标准组合系列（摘自 GB/T 193—2003）（单位：mm）

公称直径 D、d			螺距 P										
第 1 系列	第 2 系列	第 3 系列	粗牙	细牙									
				3	2	1.5	1.25	1	0.75	0.5	0.35	0.25	0.2
10			1.5				1.25	1	0.75				
		11	1.5			1.5		1	0.75				
12			1.75				1.25	1					
	14		2			1.5		1					
		15				1.5		1					
16			2			1.5		1					
		17				1.5		1					

（续）

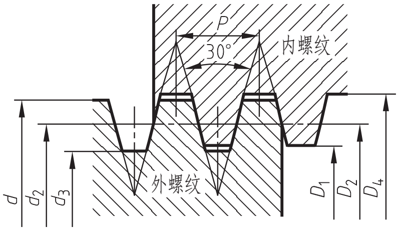
公称直径 D、d			螺距 P										
第 1 系列	第 2 系列	第 3 系列	粗牙	细牙									
				3	2	1.5	1.25	1	0.75	0.5	0.35	0.25	0.2
	18		2.5		2	1.5		1					
20			2.5		2	1.5		1					
	22		2.5		2	1.5		1					
24			3		2	1.5		1					
		25			2	1.5		1					

表 3-10　普通螺纹的基本尺寸（摘自 GB/T 196—2003）　　（单位：mm）



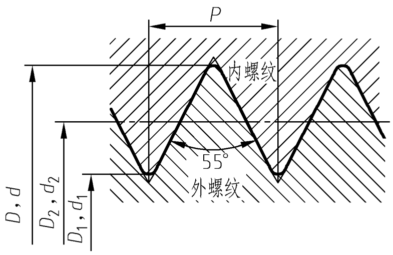
公称直径 D、d	螺距 P	中径 D_2 或 d_2	小径 D_1 或 d_1	公称直径 D、d	螺距 P	中径 D_2 或 d_2	小径 D_1 或 d_1
3	0.5	2.675	2.459	16	2	14.701	13.835
	0.35	2.773	2.621		1.5	15.026	14.376
4	0.7	3.545	3.242		1	15.350	14.917
	0.5	3.675	3.459	20	2.5	18.376	17.294
6	1	5.350	4.917		2	18.701	17.835
	0.75	5.513	5.188		1.5	19.026	18.376
8	1.25	7.188	6.647		1	19.350	18.917
	1	7.350	6.917	24	3	22.051	20.752
	0.75	7.513	7.188		2	22.701	21.835
10	1.5	9.026	8.376		1.5	23.026	22.376
	1.25	9.188	8.647		1	23.350	22.917
	1	9.350	8.917	28	2	26.701	25.835
	0.75	9.513	9.188		1.5	27.026	26.376
12	1.75	10.863	10.106		1	27.350	26.917
	1.5	11.026	10.376	30	3.5	27.727	26.211
	1.25	11.188	10.647		3	28.051	26.752
	1	11.350	10.917		2	28.701	27.835
14	2	12.701	11.835		1.5	29.026	28.376
	1.5	13.026	12.376		1	29.350	28.917
	1.25	13.188	12.647	32	2	30.701	29.835
	1	13.350	12.917		1.5	31.026	30.376

表 3-11　梯形螺纹的基本尺寸（摘自 GB/T 5796.3—2005）　（单位：mm）



公称直径 d		螺距 P	中径 $D_2=d_2$	大径 D_4	小径		公称直径 d		螺距 P	中径 $D_2=d_2$	大径 D_4	小径	
第 1 系列	第 2 系列				d_3	D_1	第 1 系列	第 2 系列				d_3	D_1
8		1.5	7.25	8.30	6.20	6.50	16		2	15.00	16.50	13.50	14.00
	9	1.5	8.25	9.30	7.20	7.50			4	14.00	16.50	11.50	12.00
		2	8.00	9.50	6.50	7.00		18	2	17.00	18.50	15.50	16.00
10		1.5	9.25	10.30	8.20	8.50			4	16.00	18.50	13.50	14.00
		2	9.00	10.50	7.50	8.00	20		2	19.00	20.50	17.50	18.00
	11	2	10.00	11.50	8.50	9.00			4	18.00	20.50	15.50	16.00
		3	9.50	11.50	7.50	8.00		22	3	20.50	22.50	18.50	19.00
12		2	11.00	12.50	9.50	10.00			5	19.50	22.50	16.50	17.00
		3	10.50	12.50	8.50	9.00			8	18.00	23.00	13.00	14.00
	14	2	13.00	14.50	11.50	12.00	24		3	22.50	24.50	20.50	21.00
		3	12.50	14.50	10.50	11.00			5	21.50	24.50	18.50	19.00

表 3-12　55°非密封管螺纹（摘自 GB/T 7307—2001）　（单位：mm）



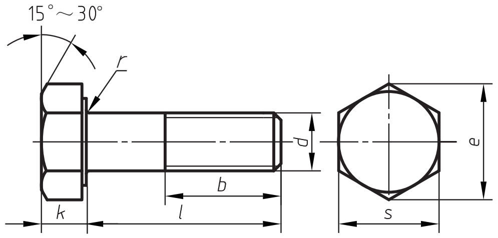
尺寸代号	每 25.4 内的牙数	螺距 P	基本直径	
			大径 D、d	小径 D_1、d_1
1/8	28	0.907	9.728	8.566
1/4	19	1.337	13.157	11.445
3/8	19	1.337	16.662	14.950
1/2	14	1.814	20.955	18.631
5/8	14	1.814	22.911	20.587
3/4	14	1.814	26.441	24.117

（续）

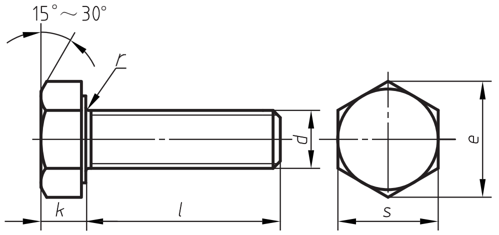
尺寸代号	每 25.4 内的牙数	螺距 P	基本直径	
			大径 D、d	小径 D_1、d_1
7/8	14	1.814	30.201	27.877
1	11	2.309	33.249	30.291
$1\frac{1}{8}$	11	2.309	37.897	34.939
$1\frac{1}{4}$	11	2.309	41.910	38.952
$1\frac{1}{2}$	11	2.309	47.803	44.845

表 3-13　六角头螺栓（GB/T 5782—2000）、六角头螺栓-全螺纹（GB/T 5783—2000）

（单位：mm）



（GB/T 5782—2000）



（GB/T 5783—2000）

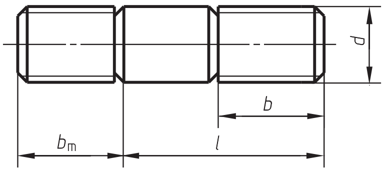
标记示例：

螺栓 GB/T 5782—2000 M12 × 80

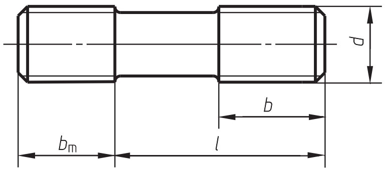
螺纹规格 d = M12、公称长度 l = 80、性能等级为 8.8、表面氧化、A 级的六角头螺栓

螺纹规格 d		M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M30	M36
s		5.5	7	8	10	13	16	18	24	30	36	46	55
k		2	2.8	3.5	4	5.3	6.4	7.5	10	12.5	15	18.7	22.5
r		0.1	0.2	0 2	0.25	0 4	0 4	0.6	0.6	0.8	0.8	1	1
e		6.1	7.7	8.8	11.1	14.4	17.8	20	26.8	33.5	40	50.9	60.8
b 参数	l≤125	12	14	16	18	22	26	30	38	46	54	66	78
	125≤l≤200	—	—	—	—	28	32	36	44	52	60	72	84
	l≥200	—	—	—	—	—	—	—	57	65	73	85	97
GB/T 5782		20 ~ 30	25 ~ 40	25 ~ 50	30 ~ 60	40 ~ 80	45 ~ 100	50 ~ 120	65 ~ 160	80 ~ 200	90 ~ 240	110 ~ 300	140 ~ 360
GB/T 5783		6 ~ 30	8 ~ 40	10 ~ 50	12 ~ 60	16 ~ 80	20 ~ 100	25 ~ 120	30 ~ 150	40 ~ 200	50 ~ 200	60 ~ 200	70 ~ 200
l 系列		6,8,10,12,16,20 ~ 70 为 5 进位,70 ~ 160 为 10 进位,160 ~ 500 为 20 进位											

表 3-14　双头螺柱（GB/T 897～900—1988）　（单位：mm）



A型



B型

标记示例：

螺柱 GB/T 898 M10×50

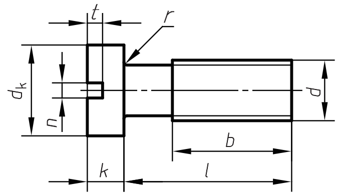
两端均为粗牙普通螺纹，d = M10、公称长度 l = 50、性能等级为 4.8 级、不经表面处理、B 型、$b_m = 1.25d$ 的双头螺柱

螺柱 GB/T 897 AM10-M10×1×50

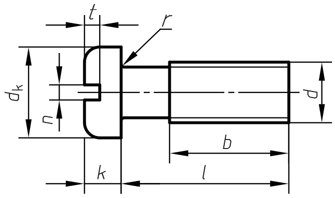
旋入机件螺孔端为粗牙普通螺纹、旋入螺母端为螺距是 1 的细牙普通螺纹，d = M10、公称长度 l = 50、性能等级为 4.8 级、不经表面处理、A 型、$b_m = 1d$ 的双头螺柱

螺纹规格 d		M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M30	M36
GB/T 897		5	6	8	10	12	16	20	24	30	36
GB/T 898		6	8	10	12	15	20	25	30	38	45
GB/T 899		8	10	12	15	18	24	30	36	45	54
GB/T 900		10	12	16	20	24	32	40	48	60	72
l/b	l	16～(22)	20～(22)	20～(22)	25～(28)	25～30	30～(38)	35～40	45～50	60～(65)	(65)～(75)
	b	10	10	12	14	16	20	25	30	40	45
	l	25～50	25～30	25～30	30～38	(32)～40	40～(55)	45～(65)	(55)～(75)	70～90	80～110
	b	16	14	16	16	20	30	35	45	50	60
	l		(32)～(75)	32～90	40～120	45～120	60～120	70～120	80～120	(95)～120	120
	b		18	22	26	30	38	46	54	60	78
	l				130	130～180	130～200	130～200	130～200	130～200	130～200
	b				32	36	44	52	60	72	84
	l									210～250	210～300
	b									85	91
长度 l 系列	16，(18)，20，(22)，25，(28)，30，(32)，35，(38)，40，45，50，(55)，60，(65)，70，(75)，80，(85)，90，(95)，100，110，120，130，140，150，160，170，180，190，200，210，220，230，240，250，260，270，280，290，300										

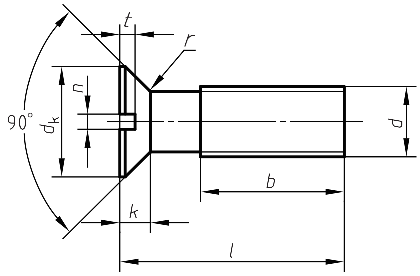
表 3-15　常用的一字槽螺钉　　（单位：mm）



开槽圆柱头螺钉
（GB/T 65—2000）



开槽盘头螺钉
（GB/T 67—2008）



开槽沉头螺钉
（GB/T 68—2000）

标记示例：

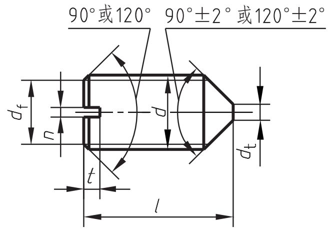
螺钉 GB/T 65　M5×20

螺钉规格 d = M5、公称长度 l = 20、性能等级为 4.8 级、不经表面处理的 A 级开槽圆柱头螺钉

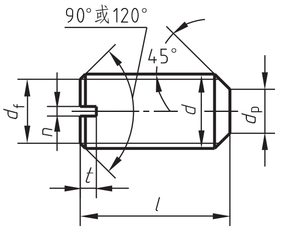
螺纹规格 d		M1.6	M2	M2.5	M3	M4	M5	M6	M8	M10
GB/T 65—2000	d_k					7	8.5	10	13	16
	k					2.6	3.3	3.9	5	6
	t					1.1	1.3	1.6	2	2.4
	r					0.2	0.2	0.25	0.4	0.4
	l					5 ~ 40	6 ~ 50	8 ~ 60	10 ~ 80	12 ~ 80
	全螺纹时最大长度					40	40	40	40	40
GB/T 67—2008	d_k	3.2	4	5	5.6	8	9.5	12	16	20
	k	1	1.3	1.5	1.8	2.4	3	3.6	4.8	6
	t	0.35	0.5	0.6	0.7	1	1.2	1.4	1.9	2.4
	r	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.25	0.4	0.4
	l	2 ~ 16	2.5 ~ 20	3 ~ 25	4 ~ 30	5 ~ 40	6 ~ 50	8 ~ 60	10 ~ 80	12 ~ 80
	全螺纹时最大长度	30	30	30	30	40	40	40	40	40
GB/T 68—2000	d_k	3	3.8	4.7	5.5	8.4	9.3	11.3	15.8	18.3
	k	1	1.2	1.5	1.65	2.7	2.7	3.3	4.65	5
	t	0.32	0.4	0.5	0.6	1	1.1	1.2	1.8	2
	r	0.4	0.5	0.6	0.8	1	1.1	1.2	1.8	2
	l	2.5 ~ 16	3 ~ 20	4 ~ 25	5 ~ 30	6 ~ 40	8 ~ 50	8 ~ 60	10 ~ 80	12 ~ 80
	全螺纹时最大长度	30	30	30	30	45	45	45	45	45
n		0.4	0.5	0.6	0.8	1.2	1.2	1.6	2	2.5
b		25				38				
l 系列		2,2.5,3,4,5,6,8,10,12,(14),16,20,25,30,35,40,45,50,(55),60,(65),70,(75),80								

表 3-16　常用的一字槽紧定螺钉　　（单位：mm）

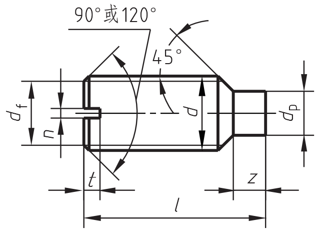
开槽锥端紧定螺钉
（GB/T 71—1985）



开槽平端紧定螺钉
（GB/T 73—1985）



开槽长圆柱端紧定螺钉
（GB/T 75—1985）



图中的 d_f≈螺纹小径

标记示例：

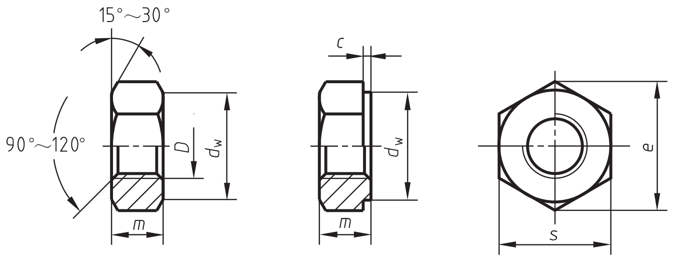
螺钉 GB/T 71 M5×12

螺纹规格 d = M5，公称长度 l = 12、性能等级为 14H、表面氧化的开槽锥端紧定螺钉

螺纹规格 d			M1.5	M1.6	M2	M2.5	M3	M4	M5	M6	M8	M10
n（公称）			0.2	0.25	0.25	0.4	0.4	0.6	0.8	1	1.2	1.6
t（min）			0.40	0.56	0.64	0.72	0.8	1.12	1.28	1.6	2	2.4
GB/T 71	d_t（max）		0.12	0.16	0.2	0.25	0.3	0.4	0.5	1.5	2	2.5
	l 公称	短	2	2 ~ 2.5		2 ~ 3	2 ~ 3	2 ~ 4	2 ~ 5	2 ~ 6	2 ~ 8	2 ~ 10
		长	2 ~ 6	2 ~ 8	3 ~ 10	3 ~ 12	4 ~ 16	6 ~ 20	8 ~ 25	8 ~ 30	10 ~ 40	12 ~ 50
GB/T 73	d_p	max	0.6	0.8	1	1.5	2	2.5	3.5	4	5.5	7
		min	0.35	0.55	0.75	1.25	1.75	2.25	3.2	3.7	5.2	6.64
	l 公称	短	—	2	2 ~ 2.5	2 ~ 3	2 ~ 3	2 ~ 4	2 ~ 5	2 ~ 6	2 ~ 6	2 ~ 8
		长	2 ~ 6	2 ~ 8	2 ~ 10	2.5 ~ 12	3 ~ 16	4 ~ 20	5 ~ 25	6 ~ 30	8 ~ 40	10 ~ 50
GB/T 75	d_p（max）		—	0.8	1	1.5	2	2.5	3.5	4	5.5	7
	z（min）		—	0.8	1	1.25	1.5	2	2.5	3	4	5
	l 公称	短	—	2	2 ~ 2.5	2 ~ 3	2 ~ 4	2 ~ 5	2 ~ 6	2 ~ 6	2 ~ 6	2 ~ 8
		长	—	2.5 ~ 8	3 ~ 10	4 ~ 12	5 ~ 16	6 ~ 20	8 ~ 25	8 ~ 30	10 ~ 40	12 ~ 50

表 3-17　螺母　　（单位：mm）

常用螺母分为三种类型：Ⅰ型六角螺母——A 级和 B 级（GB/T 6170—2000）、Ⅱ型六角螺母——A 级和 B 级（GB/T 6175—2000）和六角薄螺母——A 级和 B 级（GB/T 6172.1—2000）。



标记示例：

螺母 GB/T6170 M16

螺纹规格 D = M16、性能等级为 8 级、不经表面处理、产品等级为 A 级的Ⅰ型六角螺母

（续）

螺纹规格		M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M30	M36
d_w(min)	GB/T 6170	5.9	6.9	8.9	11.6	14.6	16.6	22.5	27.7	33.2	42.7	51.1
	GB/T 6172.1										42.8	
	GB/T 6175									33.3		
e(min)	GB/T 6170	7.66	8.79	11.05	14.38	17.77	20.03	26.75	32.95	39.55	50.85	60.79
	GB/T 6172.1											
	GB/T 6175	—										
s(max)	GB/T 6170	7	8	10	13	16	18	24	30	36	46	55
	GB/T 6172.1											
	GB/T 6175	—										
m(max)	GB/T 6170	3.2	4.7	5.2	6.8	8.4	10.8	14.8	18	21.5	25.6	31
	GB/T 6172.1	2.2	2.7	3.2	4	5	6	8	10	12	15	18
	GB/T 6175	—	5.1	5.7	7.5	9.3	12	16.4	20.3	23.9	28.6	34.7
c(max)	GB/T 6170	0.4	0.5		0.6			0.8				
	GB/T 6175	—										

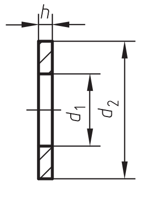
表 3-18　平垫圈

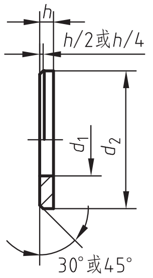
（单位：mm）

平垫圈—C 级（GB/T 95—2002）

平垫圈—A 级（GB/T 97.1—2002）　　平垫圈—倒角型—A 级（GB/T 97.2—2002）

小垫圈—A 级（GB/T 848—2002）





标记示例：

垫圈 GB/T 95　8

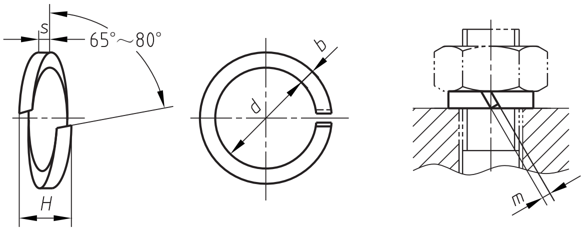
标准系列、公称规格 8mm、硬度为 100HV 等级、不经表面处理、产品等级为 C 级的平垫圈

		4	5	6	8	10	12	16	20	24	30	36	42	48
内径 d_1 公称 (min)	GB/T 848—2002	4.3	5.3	6.4	8.4	10.5	13	17	21	25	31	37	—	—
	GB/T 97.1—2002												45	52
	GB/T 97.2—2002	—												
	GB/T 95—2002	4.5	5.5	6.6	8	11	13.5	17.5	22	26	33	39		
外径 d_2 公称 (max)	GB/T 848—2002	8	9	11	15	18	20	28	34	39	50	60	—	—
	GB/T 97.1—2002	9	10	12	16	20	24	30	37	44	56	66	78	92
	GB/T 97.2—2002	—												
	GB/T 95—2002	9												

（续）

		4	5	6	8	10	12	16	20	24	30	36	42	48
厚度 h 公称 （max）	GB/T 848—2002	0.5	1	1.6			2	2.5	3	4		5	—	—
	GB/T 97.1—2002	0.8	1	1.6		2	2.5	3		4		5	8	
	GB/T 97.2—2002	—												
	GB/T 95—2002	0.8												

表 3-19　标准型弹簧垫圈（GB/T 93—1987）　　（单位：mm）



标记示例：

垫圈 GB/T 93　16

规格 $d=16$mm、材料为 65Mn、表面氧化的标准型弹簧垫圈

规格（螺纹大径）		3	4	5	6	8	10	12	16	20	24	30	36
d	min	3.1	4.1	5.1	6.1	8.1	10.2	12.2	16.2	20.2	24.5	30.5	36.5
	max	3.4	4.4	5.4	6.68	8.68	10.9	12.9	16.9	21.04	25.5	31.5	37.7
$s(b)$公称		0.8	1.1	1.3	1.6	2.1	2.6	3.1	4.1	5	6	7.5	9
H	min	1.6	2.2	2.6	3.2	4.2	5.2	6.2	8.2	10	12	15	18
	max	2	2.75	3.25	4	5.25	6.5	7.75	10.25	12.5	15	18.75	22.5
$m \leqslant$		0.4	0.55	0.65	0.8	1.05	1.3	1.55	2.05	2.5	3	3.75	4.5

3.2　键及其联结

3.2.1　键的结构型式及标记

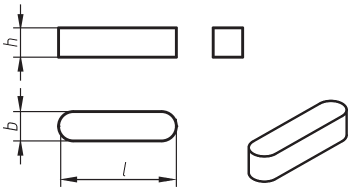
常用的键有普通平键、半圆键和钩头楔键。在机械设计中，键要根据轴径大小按标准选取，并且要正确标记。

键的完整标记通式为

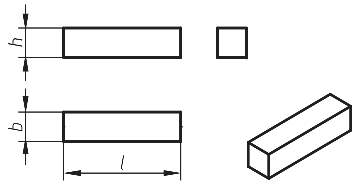
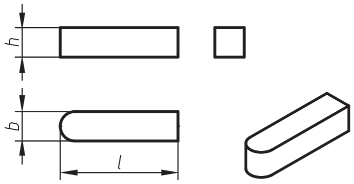
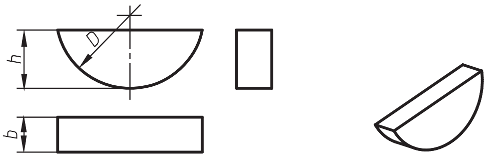
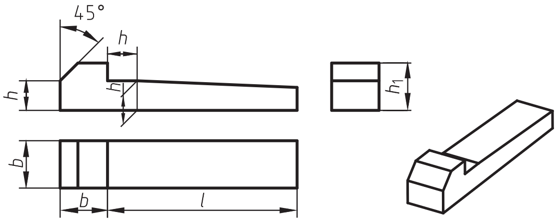
标准编号　名称　类型与规格尺寸

键的结构型式及其标记示例见表 3-20。

表 3-20　键的结构型式及其标记示例

名　　称	结构型式及规格尺寸		标记示例
普通平键 GB/T 1096—2003	普通 A 型平键		GB/T 1096 键 $b \times h \times l$ 宽度 $b=5$mm、高度 $h=5$mm、长度 $l=20$mm 的普通 A 型平键标记为 GB/T 1096 键 5×5×20

（续）

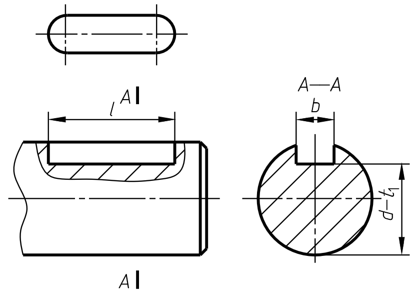
名　　称	结构型式及规格尺寸		标记示例
普通平键 GB/T 1096—2003	普通 B 型平键		GB/T 1096 键 B $b \times h \times l$ 宽度 b = 5mm、高度 h = 5mm、长度 l = 20mm 的普通 B 型平键标记为 GB/T 1096 键 B 5 × 5 × 20
	普通 C 型平键		GB/T 1096 键 C $b \times h \times l$ 宽度 b = 5mm、高度 h = 5mm、长度 l = 20mm 的普通 C 型平键标记为 GB/T 1096 键 C 5 × 5 × 20
半圆键 GB/T 1099. 1—2003			GB/T 1099. 1 键 $b \times h \times D$ 宽度 b = 6mm、高度 h = 10mm、直径 D = 25mm 的普通型半圆键标记为 GB/T 1099. 1 键 6 × 10 × 25
钩头楔键 GB/T 1565—2003			GB/T 1565 键 $b \times l$ 宽度 b = 16mm、长度 l = 70mm 钩头楔键标记为 GB/T 1565 键 16 × 70

注：表内图中省略了倒角。

3. 2. 2　键的画法及标注

键的画法及标注见表 3-21 和表 3-22。

表 3-21　普通平键的画法

序号	种　　类		画　　法	说　　明
1	普通平键 键槽画法	轴上键槽		1）普通平键及其键槽的尺寸可根据轴径 d 在表 3-23 及表 3-24 中查取 2）键长（键槽长）可根据轮毂宽在键长标准系列中选用

（续）

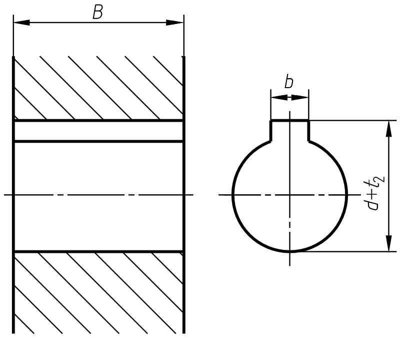
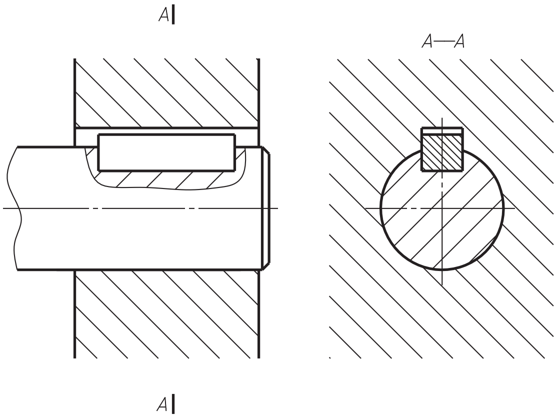
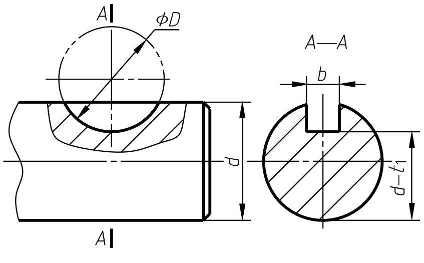
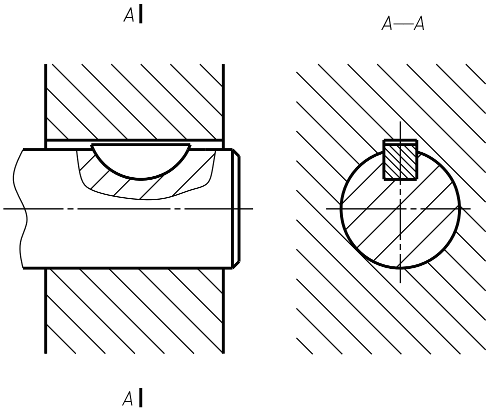
序号	种　　类		画　　法	说　　明
1	普通平键键槽画法	轮毂上键槽		1)普通平键及其键槽的尺寸可根据轴径 d 在表 3-23 及表 3-24 中查取 2)键长(键槽长)可根据轮毂宽在键长标准系列中选用
2	普通平键装配画法			1)在装配图中纵向剖切时，键与键槽侧面、键与键槽底面之间应不留间隙，只画一条线 2)键与轮毂的键槽顶面之间应留有间隙，要画两条线 3)在反映键长的剖视图中，键按不剖处理，将轴做局部剖

表 3-22　半圆键的画法

序号	种　　类	画　　法	说　　明
1	半圆键轴上键槽画法		轮毂上键槽画法与普通平键轮毂上键槽画法相同

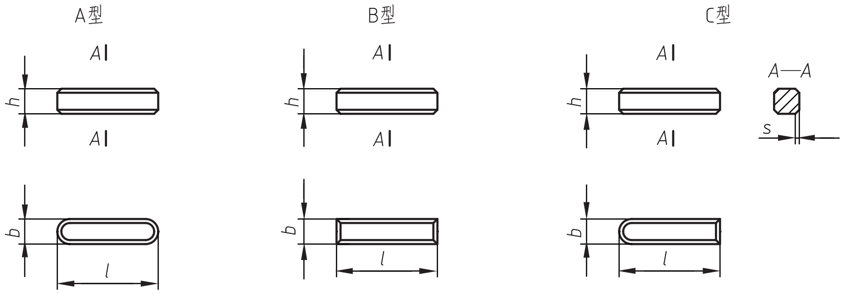
（续）

序号	种　　类	画　　法	说　　明
2	半圆键装配画法		1）在装配图中纵向剖切时，键与键槽侧面、键与键槽底面之间应不留间隙，只画一条线 2）键与轮毂的键槽顶面之间应留有间隙，要画两条线 3）在反映键外形的剖视图中，键按不剖处理，将轴做局部剖

3.2.3　键附表

普通平键的尺寸与公差见表3-23。

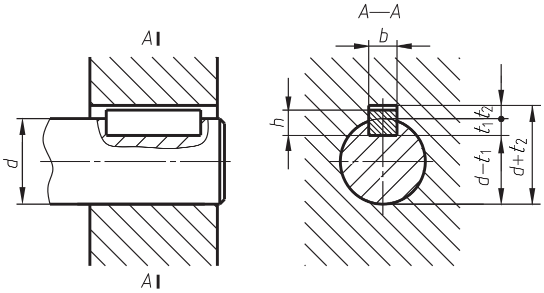
表3-23　普通平键的尺寸与公差（摘自GB/T 1096—2003）　（单位：mm）



公称直径 d	键								
	键的基本尺寸 b×h					倒角或倒圆 s	长度 l		
	宽度 b		高度 h						
	基本尺寸	极限偏差（h8）	基本尺寸	极限偏差			标准长度范围	基本尺寸	极限偏差 h14
				矩形（h11）	方形（h8）				
自6~8	2	0 -0.014	2	—	0 -0.014	0.16~0.25	6~20	6~10	0 -0.36
>8~10	3		3				6~36		
>10~12	4	0 -0.018	4	—	0 -0.018		8~45	12~18	0 -0.43
>12~17	5		5			0.25~0.40	10~56		
>17~22	6		6				14~70	20~28	0 -0.52
>22~30	8	0 -0.022	7	0 -0.090	—		18~90		
>30~38	10		8			0.40~0.60	22~110	32~50	0 -0.62
>38~44	12	0 -0.027	8				28~140		
>44~50	14		9				36~160	56~80	0 -0.74
>50~58	16		10				45~180		
>58~65	18		11	0 -0.110	—		50~200	90~110	0 -0.87
>65~75	20	0 -0.033	12			0.60~0.80	56~220		
>75~85	22		14				63~250	125~180	0 -1.0
>85~95	25		14				70~280		
>95~110	28		16				80~320	200~250	0 -1.15

普通平键键槽的尺寸与公差见表 3-24。

表 3-24　普通平键键槽的尺寸与公差（摘自 GB/T 1095—2003）　（单位：mm）



键尺寸 $b\times h$	槽宽 b						深度				半径 r	
	基本尺寸 b	极限偏差					轴 t_1		毂 t_2			
		正常联结		松联结		紧密联结						
		轴 N9	毂 JS9	轴 H9	毂 D10	轴和毂 P9	基本尺寸	极限偏差	基本尺寸	极限偏差	min	max
2 ×2	2	-0.004 -0.029	±0.0125	+0.025 0	+0.060 +0.020	-0.006 -0.031	1.2	+0.1 0	1	+0.10 0	0.08	0.16
3 ×3	3						1.8		1.4			
4 ×4	4	0 -0.030	±0.015	+0.030 0	+0.078 +0.030	-0.012 -0.042	2.5		1.8			
5 ×5	5						3.0		2.3		0.16	0.25
6 ×6	6						3.5		2.8			
8 ×7	8	0 -0.036	±0.018	+0.036 0	+0.098 +0.040	-0.015 -0.051	4.0	+0.2 0	3.3	+0.2 0	0.16	0.25
10 ×8	10						5.0		3.3		0.25	0.40
12 ×8	12	0 -0.043	±0.0215	+0.043 0	+0.120 +0.050	-0.018 -0.061	5.0		3.3			
14 ×9	14						5.5		3.8			
16 ×10	16						6.0		4.3			
18 ×11	18						7.0		4.4			

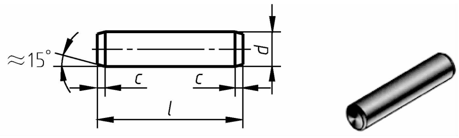
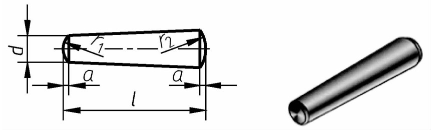
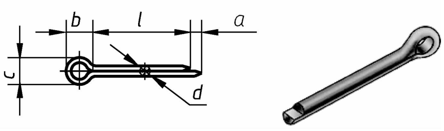
3.3　销及其联接

3.3.1　销的结构型式及标记

销是标准件，常用的有圆柱销、圆锥销和开口销。其中，圆柱销和圆锥销主要用于联接或固定零件，或在装配时起定位作用；开口销用来防止螺母的松动或固定其他零件。

销也属紧固件，标记内容包括名称、标准编号、型式与尺寸等。销的三种基本结构型式及其标记示例见表 3-25。

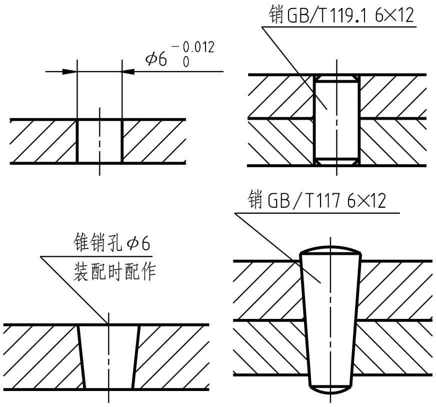
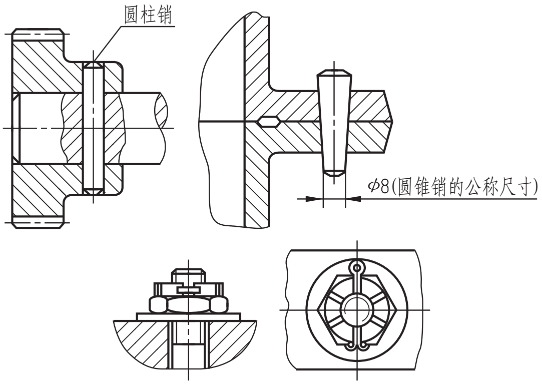
表 3-25　销的结构型式及其标记示例

名称	结构型式及规格尺寸	标记示例
圆柱销 GB/T 119.1—2000 GB/T 119.2—2000		销 GB/T 119.2　6×30 表示： 公称直径 $d = 6\text{mm}$，公称长度 $l = 30\text{mm}$ 的圆柱销
圆锥销 GB/T 117—2000		销 GB/T 117　6×24 表示： 公称直径 $d = 6\text{mm}$，公称长度 $l = 24\text{mm}$ 的圆锥销
开口销 GB/T 91—2000		销 GB/T 91　5×28 表示： 公称直径 $d = 5\text{mm}$，公称长度 $l = 28\text{mm}$ 的开口销

3.3.2　销的画法及标注

销的画法及标注见表 3-26

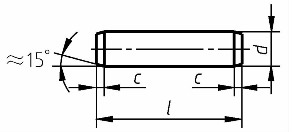
表 3-26　销的画法及标注

序号	种类	画　　法	说　　明
1	尺寸及标记	 销GB/T119.1 6×12 φ6 −0.012 0 销GB/T117 6×12 锥销孔φ6 装配时配作	1）在装配图中，当剖切平面通过销的轴线时，销按不剖绘制 2）用圆柱销和圆锥销联接或固定的两个零件上的销孔是在装配时一起加工的，在零件图上应注写“装配时配作”或“与××件配” 3）圆锥销的尺寸应引出标注，其中圆锥销的公称直径是指小端直径
2	装配画法		

3.3.3　销附表

圆柱销的尺寸见表 3-27。

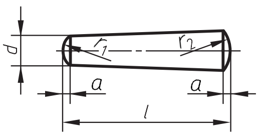
表 3-27　圆柱销的尺寸（GB/T 119.1—2000）　（单位：mm）



d(公称)	2	2.5	3	4	5	6	8	10	12	16
$c\approx$	0.35	0.40	0.50	0.63	0.80	1.2	1.6	2.0	2.5	3.0
l(商品规格范围)	6 ~ 20	6 ~ 24	8 ~ 30	8 ~ 40	10 ~ 50	12 ~ 60	16 ~ 80	18 ~ 95	22 ~ 120	26 ~ 180
l 系列	6,8,10,12,14,16,18,20,22,24,26,28,30,32,35,40,45,50,55,60,65,70,75,80,85,90,95,100,120,180									

圆锥销的尺寸见表 3-28。

表 3-28　圆锥销的尺寸（GB/T 117—2000）　（单位：mm）



$r_1 \approx d; r_2 \approx d + (1 - 2a)/50$

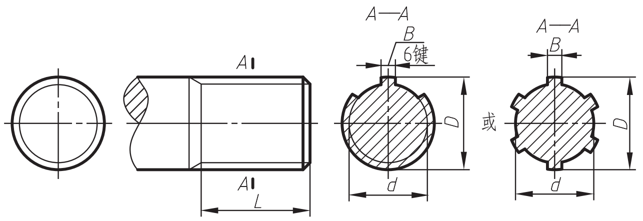
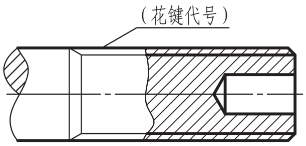
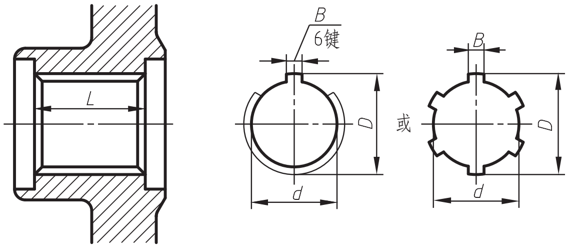
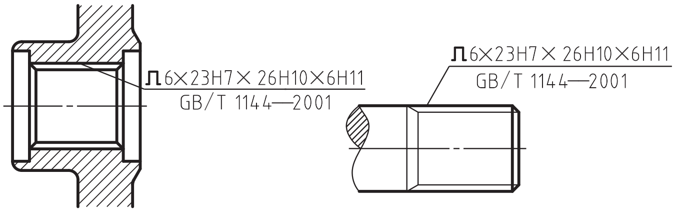
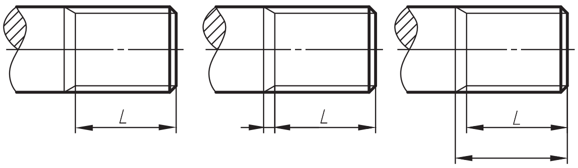
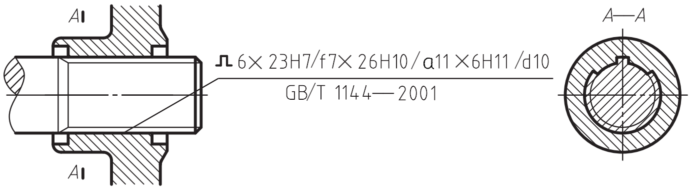
d(公称)	2	2.5	3	4	5	6	8	10	12	16
$a\approx$	0.25	0.30	0.40	0.50	0.63	0.80	1.0	1.2	1.6	2.0
l(商品规格范围)	10 ~ 35	10 ~ 35	12 ~ 45	14 ~ 55	18 ~ 60	22 ~ 90	22 ~ 120	26 ~ 160	32 ~ 180	40 ~ 200
l 系列	10,12,14,16,18,20,22,24,26,28,30,32,35,40,45,50,55,60,65,70,75,80,85,90,95,100,120,180,200									

3.4　花键及其联结

3.4.1　矩形花键的画法及标注

矩形花键的画法及标注见表 3-29。

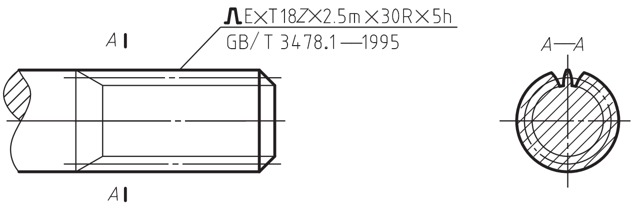
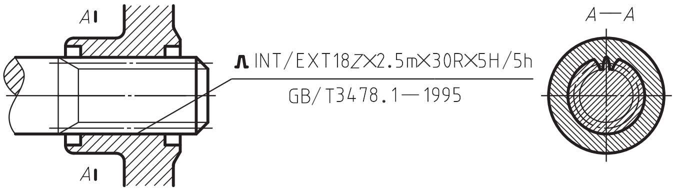
表 3-29　矩形花键的画法及标注

序号	种类	画　　法	说　　明
1	矩形外花键的画法	 A—A B 6键 A A L D d 或 A—A B D d 	1)在平行于和垂直于花键轴线投影面的视图中,外花键的大径 *D* 用粗实线画出,小径 *d* 用细实线画出 2)工作长度 *L* 的终止线和尾部末端用细实线画出。尾部一般用倾斜于轴线 30°的细线画出,必要时,可按实际情况画出 3)在断面图中可画出部分或全部齿形 4)在包含轴线的局部剖视图中,小径 *d* 用粗实线画出
2	矩形内花键的画法		1)在内花键孔的剖视图中,大径 *D*、小径 *d* 均用粗实线画出 2)在垂直于轴线的视图中,可画出部分齿形(未画齿处大径用细实线圆表示,小径用粗实线圆表示)或全部齿形
3	矩形花键的标注	 ⎍6×23H7× 26H10×6H11 GB/T 1144—2001 ⎍6×23H7× 26H10×6H11 GB/T 1144—2001 	1)内外花键的大径 *D*、小径 *d*、键宽 *B* 可采用一般尺寸标法 2)也可采用由大径处引线,并写出花键代号。代号的写法为 *N* × *d* × *D* × *B*(*N* 为键数),代号中 *d*、*D*、*B* 的数字后均应加注公差带代号 3)外花键的长度 *L* 的注法有三种:只注写工作长度 *L*;注写工作长度 *L* 和尾部长度;注写工作长度和全长
4	矩形花键联结的画法及标注	 A A ⎍ 6× 23H7/f7× 26H10/a11 ×6H11 /d10 GB/T 1144—2001 A—A	1)花键联结一般用剖视图表示,其联结部分按外花键的画法绘制 2)矩形花键联结的标记格式为 *N* × *d* × *D* × *B*

3.4.2　渐开线花键的画法及标注

渐开线花键的画法及标注见表 3-30。

表 3-30　渐开线花键的画法及标注

序号	种类	画　法	说　明
1	渐开线花键的画法		1)在平行于和垂直于花键轴线投影面的视图中,外花键的大径 *D* 用粗实线画出,小径 *d* 用细实线画出 2)工作长度 *L* 的终止线和尾部末端用细实线画出。尾部一般用倾斜于轴线 30°的细线画出,必要时,可按实际情况画出 3)在断面图中可画出部分或全部齿形 4)在包含轴线的局部剖视图中,小径 *d* 用粗实线画出
2	渐开线花键联结的标注	 A A ⋀INT/EXT18Z×2.5m×30R×5H/5h GB/T3478.1—1995 A—A	花键联结一般用剖视图表示,其联结部分按外花键的画法绘制

3.4.3　花键附表

矩形花键公称尺寸系列见表 3-31。

表 3-31　矩形花键公称尺寸系列

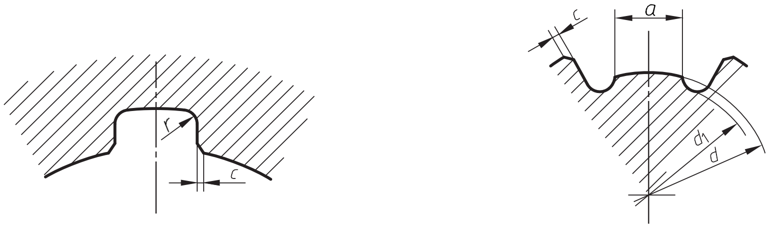
小径 *d* /mm	轻系列				中系列			
	规格 *N*×*d*×*D*×*B*	键数 *N*	大径 *D*/mm	键宽 *B*/mm	规格 *N*×*d*×*D*×*B*	键数 *N*	大径 *D*/mm	键宽 *B*/mm
11		6			6×11×14×3	6	14	3
13					6×13×16×3.5		16	3.5
16					6×16×20×4		20	4
18					6×18×22×5		22	5
21					6×21×25×5		25	5
23	6×23×26×6		26	6	6×23×28×6		28	6
26	6×26×30×6		30	6	6×26×32×6		32	6
28	6×28×32×7		32	7	6×28×34×7		34	7

（续）

小径 d /mm	轻系列				中系列			
	规格 $N\times d\times D\times B$	键数 N	大径 D/mm	键宽 B/mm	规格 $N\times d\times D\times B$	键数 N	大径 D/mm	键宽 B/mm
32	8×32×36×6	8	36	6	8×32×38×6	8	38	6
36	8×36×40×7		40	7	8×36×42×7		42	7
42	8×42×46×8		46	8	8×42×48×8		48	8
46	8×46×50×9		50	9	8×46×54×9		54	9
52	8×52×58×10		58	10	8×52×60×10		60	10
56	8×56×62×10		62	10	8×56×65×10		65	10
62	8×62×68×12		68	12	8×62×72×12		72	12
72	10×72×78×12	10	78	12	10×72×82×12	10	82	12
82	10×82×88×12		88	12	10×82×92×12		92	12
92	10×92×98×14		98	14	10×92×102×14		102	14
102	10×102×108×16		108	16	10×102×112×16		112	16
112	10×112×120×18		120	18	10×112×125×18		125	18

矩形花键键槽的断面尺寸见表 3-32。

表 3-32　矩形花键键槽的断面尺寸



轻系列					中系列				
规格 $N\times d\times D\times B$	c	r	参考		规格 $N\times d\times D\times B$	c	r	参考	
			$d_{1\min}$	$a_{\min}$				$d_{1\min}$	$a_{\min}$
					6×11×14×3	0.2	0.1		
					6×13×16×3.5				
					6×16×20×4	0.3	0.2	14.4	1.0
					6×18×22×5			16.6	1.0
					6×21×25×5			19.5	2.0
6×23×26×6	0.2	0.1	22	3.5	6×23×28×6			21.2	1.2
6×26×30×6	0.3	0.2	24.5	3.8	6×26×32×6	0.4	0.3	23.6	1.2
6×28×32×7			26.6	4.0	6×28×34×7			25.8	1.4
8×32×36×6			30.3	2.7	8×32×38×6			29.4	1.0
8×36×40×7			34.4	3.5	8×36×42×7			33.4	1.0
8×42×46×8			40.5	5.0	8×42×48×8			39.4	2.5

（续）

轻系列					中系列				
规格 $N\times d\times D\times B$	c	r	参考		规格 $N\times d\times D\times B$	c	r	参考	
			$d_{1\min}$	$a_{\min}$				$d_{1\min}$	$a_{\min}$
8×46×50×9	0.3	0.2	44.6	5.7	8×46×54×9	0.5	0.4	42.6	1.4
8×52×58×10	0.4	0.3	49.6	4.8	8×52×60×10			48.6	2.5
8×56×62×10			53.5	6.5	8×56×65×10			52.0	2.5
8×62×68×12			59.7	7.3	8×62×72×12	0.6	0.5	57.7	2.4
10×72×78×12			69.6	5.4	10×72×82×12			67.4	1.0
10×82×88×12			79.3	8.5	10×82×92×12			77.0	2.9
10×92×98×14			89.6	9.9	10×92×102×14			87.3	4.5
10×102×108×16			99.6	11.3	10×102×112×16			97.7	6.2
10×112×120×18	0.5	0.4	108.8	10.5	10×112×125×18			106.2	4.1

3.5　传动轮表示法

3.5.1　圆柱齿轮的画法

在设计齿轮时要先确定模数和齿数，其他各部分尺寸都是根据模数和齿数计算出来的。国家标准规定了齿轮模数的标准值，见表 3-33。

表 3-33　标准模数 *m* 系列（GB/T 1357—2008）　（单位：mm）

第一系列	1　1.25　1.5　2　2.5　3　4　5　6　8　10　12　16　20　25　32　40　50
第二系列	1.125　1.375　1.75　2.25　2.75　3.5　4.5　5.5（6.5）7　9　（11）　14　18　22　28　36　45

标准圆柱齿轮各基本尺寸的计算公式见表 3-34。

表 3-34　标准圆柱齿轮的计算公式及举例

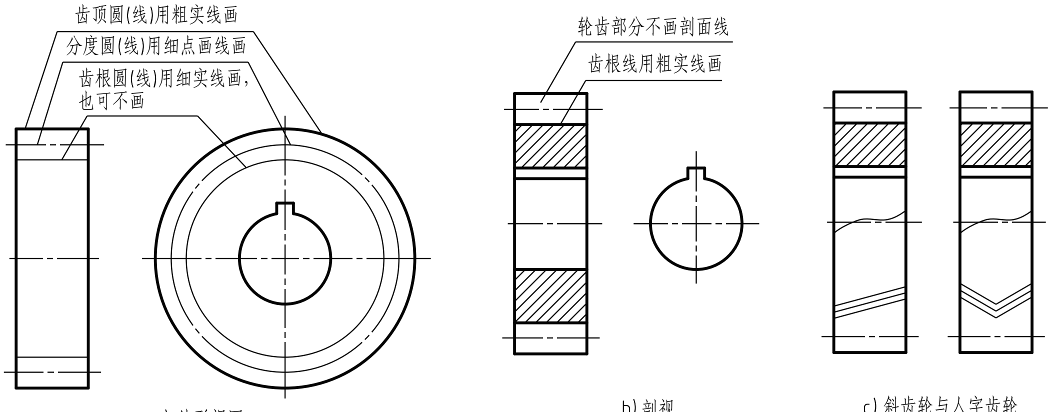
名称	代号	计算公式	
		直齿	斜齿
齿顶高	h_a	$h_a=m$	$h_a=m_n$
齿根高	h_f	$h_f=1.25m$	$h_f=1.25m_n$
齿高	h	$h=h_a+h_f=2.25m$	$h=h_a+h_f$
分度圆直径	d	$d=mz$	$d=m_nz/\cos\beta$
齿顶圆直径	d_a	$d_a=m(z+2)$	$d_a=m_n(z+2)$
齿根圆直径	d_f	$d_f=m(z-2.5)$	$d_f=m_n(z-2.5)$
齿形角	α	标准值取 $\alpha=20°$	

注：m 为模数，m_n 为斜齿轮法向模数。

齿轮的轮齿是在齿轮机床上用齿轮刀具加工出来的，一般不需画出它的真实投影。表示齿轮一般用两个视图，或者用一个视图和一个局部视图。两标准齿轮相互啮合时，它们的分度圆处于相切位置。圆柱齿轮的规定画法见表 3-35。

表 3-35　圆柱齿轮的规定画法

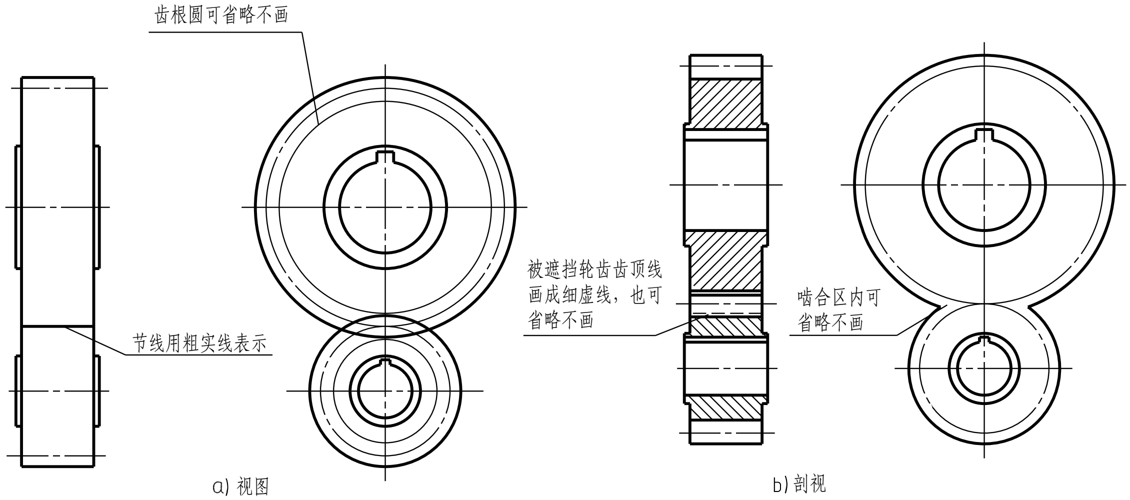
序号	类别		规　　定
1	单个齿轮的画法	直齿轮	1）齿顶圆和齿顶线用粗实线表示；分度圆和分度线用细点画线表示；齿根圆和齿根线用细实线表示，也可以省略不画 2）在剖视图中，当剖切平面通过齿轮的轴线时，轮齿一律按不剖处理，即轮齿上不画剖面线。在剖视图中齿根线用粗实线表示 3）齿轮的其他结构按投影画出
		斜齿轮或人字齿轮	对于斜齿轮或人字齿轮应画成半剖视图或局部剖视图，在外形上画三条与齿线方向一致的细实线



a) 外形视图　　b) 剖视　　c) 斜齿轮与人字齿轮

序号	类别	规　　定
2	圆柱齿轮的啮合画法	1）在垂直于圆柱齿轮轴线的投影面的视图中，两齿轮节圆相切，用细点画线绘制 两轮的齿顶圆均用粗实线绘制，或将齿顶圆在啮合区内的两段圆弧省略不画；齿根圆用细实线绘制，或省略不画 2）在平行于圆柱齿轮轴线的投影面的外形视图中，啮合区内的齿顶线和齿根线不需画出，两齿轮的节线重合为一条线，用粗实线绘制，但其他非啮合区内的节线仍用细点画线绘制，齿根线省略不画 3）在通过轴线的剖视图中，在啮合区内，两节线重合为一条线，用细点画线绘制；将一个齿轮（常为主动轮）的齿顶线用粗实线绘制，另一个齿轮的齿顶线被遮挡，用虚线绘制，或虚线省略不画；两齿轮的齿根线均画成粗实线。必须注意，一个齿轮的齿顶与另一个齿轮的齿根之间应有 0.25m 的间隙 4）在剖视图中，当剖切平面通过两啮合齿轮的轴线时，轮齿一律按不剖处理

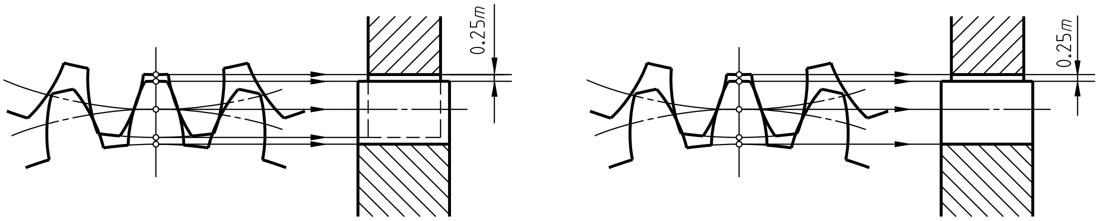
（1）直齿圆柱齿轮的啮合画法



a) 视图　　b) 剖视

（续）

(2)轮齿啮合区的画法



a) 被遮挡轮齿齿顶线画虚线　　b) 被遮挡轮齿部分省略不画

图 3-1 所示是圆柱齿轮的图样格式，除具有一般零件图的内容外，齿顶圆直径、分度圆直径等必须直接注出，齿根圆直径不注。参数表一般放在图样的右上角，参数表中的参数项目包括齿轮的模数、齿数和齿形角等，可根据需要进行增减。

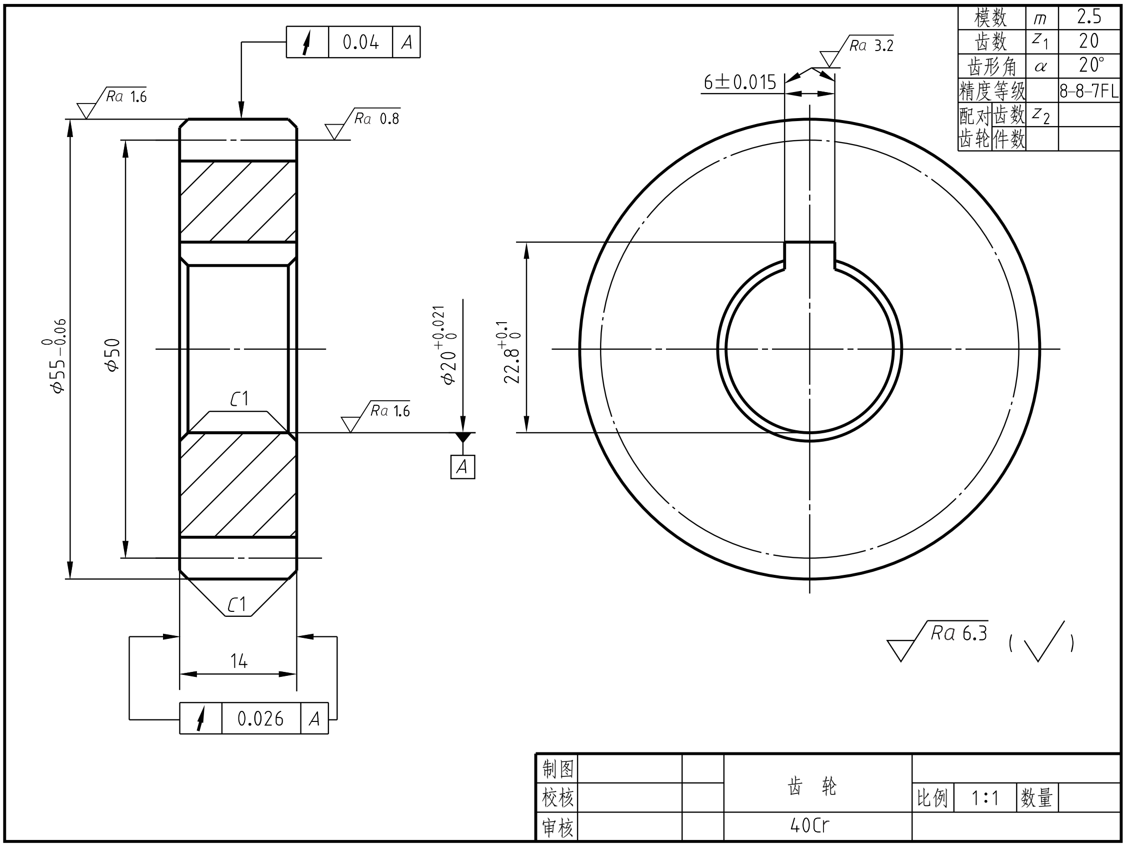


图 3-1　圆柱齿轮的图样

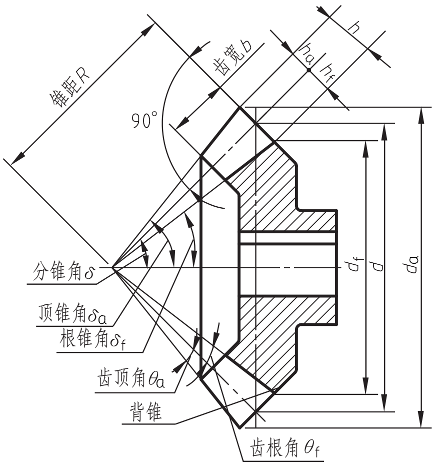
3.5.2　锥齿轮的画法

锥齿轮大端端面模数见表 3-36，渐开线锥齿轮的参数及计算公式见表 3-37。

表 3-36　锥齿轮大端端面模数（GB/T 12368—1990）　　（单位：mm）

1	1.125	1.25	1.375	1.5	1.75	2	2.25	2.5	2.75	3
3.25	3.5	3.75	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	8
9	10	11	12	14	16	18	20	22	25	28
30	32	36	40	45	50					

表 3-37　渐开线锥齿轮的参数及计算公式

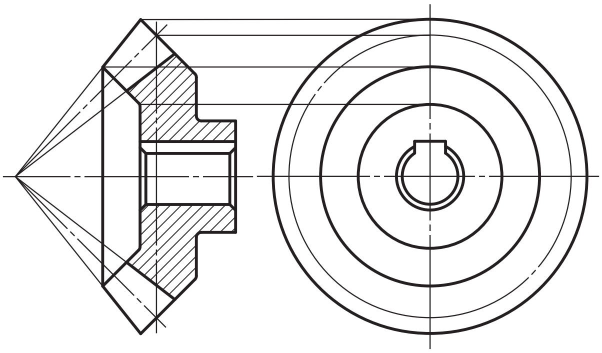
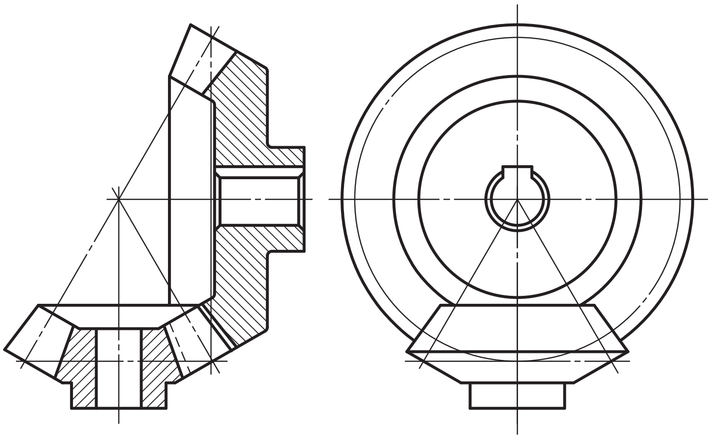


名　　称	代　　号	计 算 公 式
模数	m	以大端模数为标准模数
齿数	z	
齿形角	α	$\alpha = 20°$
分度圆直径	d	$d = mz$
齿顶高	h_a	$h_a = m$
齿根高	h_f	$h_f = 1.2m$
齿高	h	$h = h_a + h_f$
齿顶圆直径	d_a	$d_a = m(z + 2\cos\delta)$
齿根圆直径	d_f	$d_f = m(z + 2\cos\delta)$
分锥角	δ	$\tan\delta_1 = \frac{z_1}{z_2}$　$\delta_2 = 90° - \delta_1$
齿宽	b	
齿顶角	θ_a	
齿根角	θ_f	
顶锥角	δ_a	$\delta_a = \delta + \theta_a$
根锥角	δ_f	$\delta_f = \delta + \theta_f$

注：本表按两齿轮轴线的夹角 =90°计算。

锥齿轮的画法见表 3-38。

表 3-38 锥齿轮的画法

序号	种类	画　　法	说　　明
1	单个锥齿轮的画法		1)在平行于齿轮轴线的视图上作剖视时，轮齿应按不剖绘制 2)在垂直于齿轮轴线的视图上，大端和小端的齿顶圆用粗实线绘制，大端的分度线用点画线绘制，大端和小端的齿根圆及小端的分度圆不画
2	锥齿轮的啮合画法		轴线正交的锥齿轮副的啮合画法与圆柱齿轮基本相同，在垂直于齿轮轴线的视图上，一个齿轮大端的分度线与另一个齿轮大端的分度圆相切

3.5.3 蜗轮、蜗杆的画法

表 3-39～表 3-42 均摘自 GB/T 10088—1988。

表 3-39 蜗轮、蜗杆的模数 *m*　　（单位：mm）

第一系列	第二系列	第一系列	第二系列	第一系列	第二系列
0.1	—	1.25	—	6.3	—
0.12	—	—	1.5	—	7
0.16	—	1.6	—	8	—
0.2	—	2	—	10	—
0.25	—	2.5	—	—	12
0.3	—	—	3	12.5	—
0.4	—	3.15	—	—	14
0.5	—	—	3.5	16	—
0.6	—	4	—	20	—
—	0.7	—	4.5	25	—
0.8	—	5	—	31.5	—
—	0.9	—	5.5	40	—
1	—	—	6		

注：应优先采用第一系列。

表 3-40　蜗杆分度圆直径 d_1

（单位：mm）

第一系列	第二系列	第一系列	第二系列	第一系列	第二系列
4	—	28	—	—	106
4.5	—	—	30	112	—
5	—	31.5	—	—	118
5.6	—	35.5	—	125	—
—	6	—	38	—	135
6.3	—	40	—	140	—
7.1	—	45	—	—	144
—	7.5	—	48	160	—
8	—	50	—	—	170
—	8.5	—	53	180	—
9	—	56	—	—	190
10	—	—	60	200	—
11.2	—	63	—	224	—
12.5	—	—	67	250	—
14	—	71	—	280	—
—	15	—	75	—	300
16	—	80	—	315	—
18	—	—	85	355	—
20	—	90	—	400	—
22.4	—	—	95		
25	—	100	—		

注：应优先采用第一系列。

表 3-41　模数与直径系数

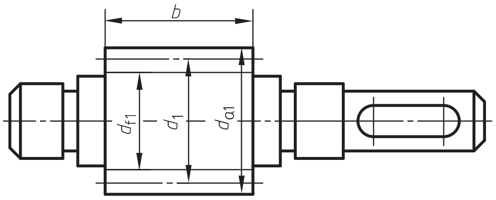
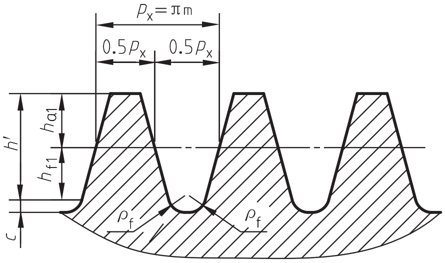
模数 m/mm	直径系数 q	模数 m/mm	直径系数 q	模数 m/mm	直径系数 q
1	18	4	7.875	10	11.2
1.25	16		10		16
	17.92		12.5	12.5	7.2
1.6	12.5		17.75		8.96
	17.5	5	8		11.2
2	9		10		16
	11.2		12.6	16	7
	14		18		8.75
	17.75	6.3	7.936		11.25
2.5	8.96		10		15.625
	11.2		12.698	20	7
	14.2		17.778		8
	18	8	7.875		11.2
3.15	8.889		10		15.75
	11.27		12.5	25	7.2
	14.286		17.5		8
	17.778	10	7.1		11.2
			9		16

表 3-42　蜗轮、蜗杆的参数及计算公式

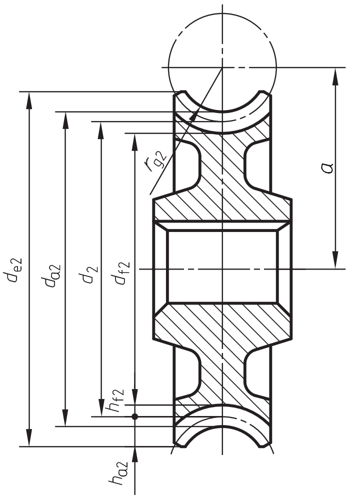
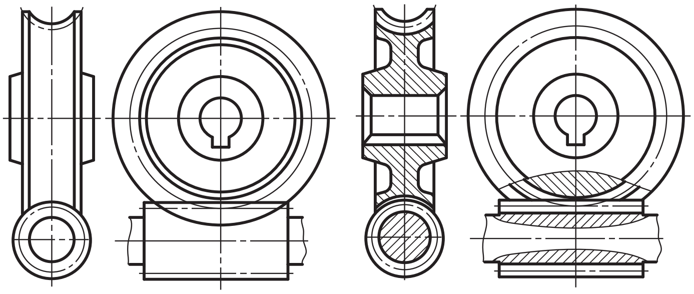
名称	代　　号	计 算 公 式
模数	m	
蜗杆轴向模数	m_x	$m_x = m$
蜗杆齿数	z_1	
蜗杆轴向齿距	p_x	$p_x = \pi m$
蜗杆导程角	γ	$\tan\gamma = mz_1/d_1$
蜗杆直径系数	q	$q = z_1/\tan\gamma$
顶隙	c	$c = c^* m$,c^* 为顶隙系数,$c = 0.2m$
蜗杆分度圆直径	d_1	$d_1 = mq$
蜗杆齿顶高	h_{a1}	$h_{a1} = h_a^* m$,h_a^* 为齿顶高系数,$h_{a1} = m$
蜗杆齿根高	h_{f1}	$h_{f1} = h_{a1} + c = 1.2m$
蜗杆齿顶圆直径	d_{a1}	$d_{a1} = d_1 + 2h_{a1} = d_1 + 2h_a^* m$
蜗杆齿根圆直径	d_{f1}	$d_{f1} = d_1 - 2h_{f1} = d_1 - 2(h_a^* m + c)$
蜗杆导程	p_z	$p_z = \pi m z_1$
齿形角	α	$\alpha_x = 20°$ 或 $\alpha_n = 20°$,α_x 为轴向齿形角,α_n 为法向齿形角
蜗轮齿数	z_2	
蜗轮分度圆直径	d_2	$d_2 = mz_2 = 2a - d_1 - 2x_2 m$
蜗轮变位系数	x_2	查 GB/T 10085—1988
蜗轮齿顶高	h_{a2}	$h_{a2} = m(h_a^* + x_2)$
蜗轮齿根高	h_{f2}	$h_{f2} = m(h_a^* - x_2 + c^*)$
蜗轮喉圆直径	d_{a2}	$d_{a2} = d_2 + 2h_{a2}$
蜗轮齿根圆直径	d_{f2}	$d_{f2} = d_2 - 2h_{f2}$
蜗轮齿宽角	θ	$\theta = 2\arcsin\left(\dfrac{b_2}{d_1}\right)$,$b_2$ 为蜗轮齿宽
蜗轮喉母圆半径	r_{g2}	
中心距	a	$a = (d_1 + d_2 + 2x_2 m)/2$

蜗轮、蜗杆的画法见表 3-43。

表 3-43　蜗轮、蜗杆的画法

序号	种类	画　　法	说　　明
1	蜗杆	  $p_x=\pi m$ $0.5p_x$ $0.5p_x$ h' h_{a1} h_{f1} c ρ_f ρ_f	蜗杆的齿根用细实线画出,也可省略不画

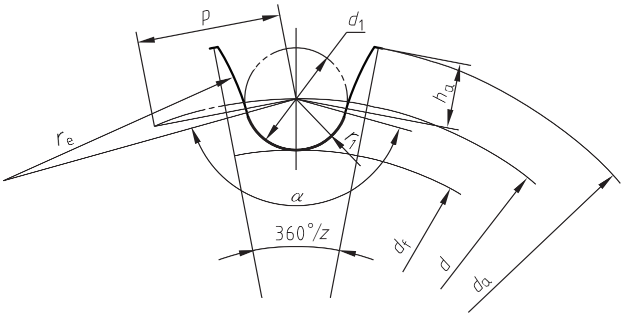
（续）

序号	种类	画　　法	说　　明
2	蜗轮	 r_{g2} a d_{e2} d_{a2} d_2 d_{f2} h_{f2} h_{a2}	
3	蜗杆副		

3.5.4　链轮的画法

滚子链链轮尺寸计算公式见表 3-44，链轮分度圆直径计算系数 K 的取值见表 3-45，滚子链链轮轴向齿廓尺寸见表 3-46。

表 3-44　滚子链链轮尺寸计算公式



名称	代号	计算公式	说　　明
分度圆直径	d	$d=\dfrac{P}{\sin(180°/z)}=pK$ K——分度圆直径系数	K 值可查表 3-45
齿根圆直径	d_f	$d_f=d-d_1$	

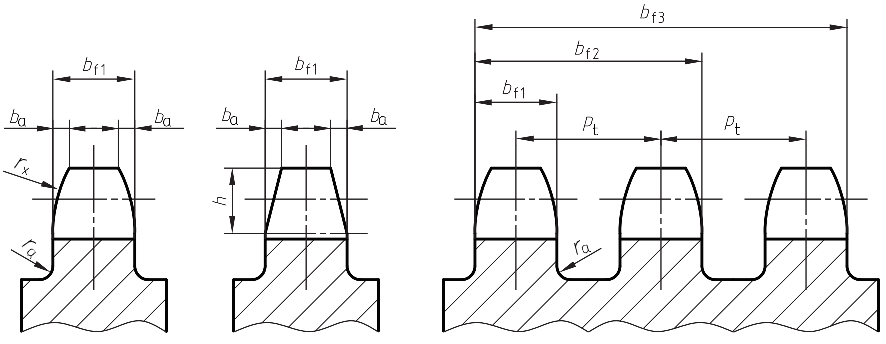
（续）

名称	代号	计算公式	说　　明
齿顶圆直径	d_{a}	$d_{\mathrm{amax}}=d+1.25p-d_1$ $d_{\mathrm{amin}}=d+\left(1-\frac{1.6}{z}\right)p-d_1$	可在 d_{amin} ~ d_{amax} 范围内任意选取，但选用 d_{amax} 时，应考虑采用展成法加工，有发生顶切的可能性
分度圆弦齿高	h_{a}	$h_{\mathrm{amax}}=0.625p-0.5d_1+\frac{0.8}{z}p$ $h_{\mathrm{amin}}=0.5(p-d_1)$	h_{a} 是为简化放大齿形图的绘制而引入的辅助尺寸 h_{amin}相应于 d_{amin} h_{amax}相应于 d_{amax}
齿侧凸缘（或排间槽）直径	d_{g}	$d_{\mathrm{g}}\leqslant p\cot\frac{180°}{z}-1.04h_2-0.76$ h_2——内链板高度	

表 3-45　链轮分度圆直径计算系数 *K*

z	*K*	*Z*	*K*	*z*	*K*
9	2.9238	47	14.9717	85	27.0625
10	3.2361	48	15.2898	86	27.3807
11	3.5494	49	15.6079	87	27.6990
12	3.8637	50	15.9260	88	28.0712
13	4.1786	51	16.2441	89	28.3355
14	4.4940	52	16.5622	90	28.6537
15	4.8097	53	16.8803	91	28.9719
16	5.1258	54	17.1984	92	29.2902
17	5.4422	55	17.5166	93	29.6084
18	5.7588	56	17.8347	94	29.9267
19	6.0755	57	18.1529	95	30.2449
20	6.3925	58	18.4710	96	30.5632
21	6.7095	59	18.7892	97	30.8815
22	7.0266	60	19.1073	98	31.1997
23	7.3439	61	19.4255	99	31.5180
24	7.6613	62	19.7437	100	31.8362
25	7.9787	63	20.0619	101	32.1545
26	8.2962	64	20.3800	102	32.4727
27	8.6138	65	20.6932	103	32.7910
28	8.9314	66	21.0164	104	33.1093
29	9.2491	67	21.3346	105	33.4275
30	9.5668	68	21.6528	106	33.7458
31	9.8845	69	21.9710	107	34.0640
32	10.2023	70	22.2892	108	34.3823
33	10.5201	71	22.6074	109	34.7006
34	10.8380	72	22.9256	110	35.0188
35	11.1558	73	23.2438	111	35.3371
36	11.4737	74	23.5620	112	35.6554
37	11.7916	75	23.8802	113	35.9737
38	12.1096	76	24.1985	114	36.2919
39	12.4275	77	24.5167	115	36.6102
40	12.7455	78	24.8349	116	36.9285
41	13.0635	79	25.1531	117	37.2467
42	13.3815	80	25.4713	118	37.5650
43	13.6995	81	25.7896	119	37.8833
44	14.0176	82	26.1098	120	38.2016
45	14.3356	83	26.4260	121	38.5198
46	14.6537	84	26.7443	122	38.8381

表 3-46　滚子链链轮轴向齿廓尺寸



A型　　B型

名称		代号	计算公式		备　　注
			$p \leqslant 12.7\text{mm}$	$p > 12.7\text{mm}$	
齿宽	单排	b_{f1}	$0.93b_1$	$0.95b_1$	$p > 12.7\text{mm}$ 时，经制造厂同意，亦可使用 $p \leqslant 12.7\text{mm}$ 时的齿宽 b_1——内链节内宽
	双排、三排		$0.91b_1$	$0.93b_1$	
	四排以上		$0.88b_1$	$0.93b_1$	
倒角宽		b_a	$b_a = (0.1 \sim 0.15)p$		
倒角半径		r_x	$r_x \geqslant p$		
倒角深		h	$h = 0.5p$		仅适用于 B 型
齿侧凸缘（或排间槽）圆角半径		r_a	$r_a \approx 0.04p$		
链轮齿总宽		b_{fn}	$b_{fn} = (n-1)p_t + b_{f1}$ n——排数		

链轮的画法可参见图 3-2。

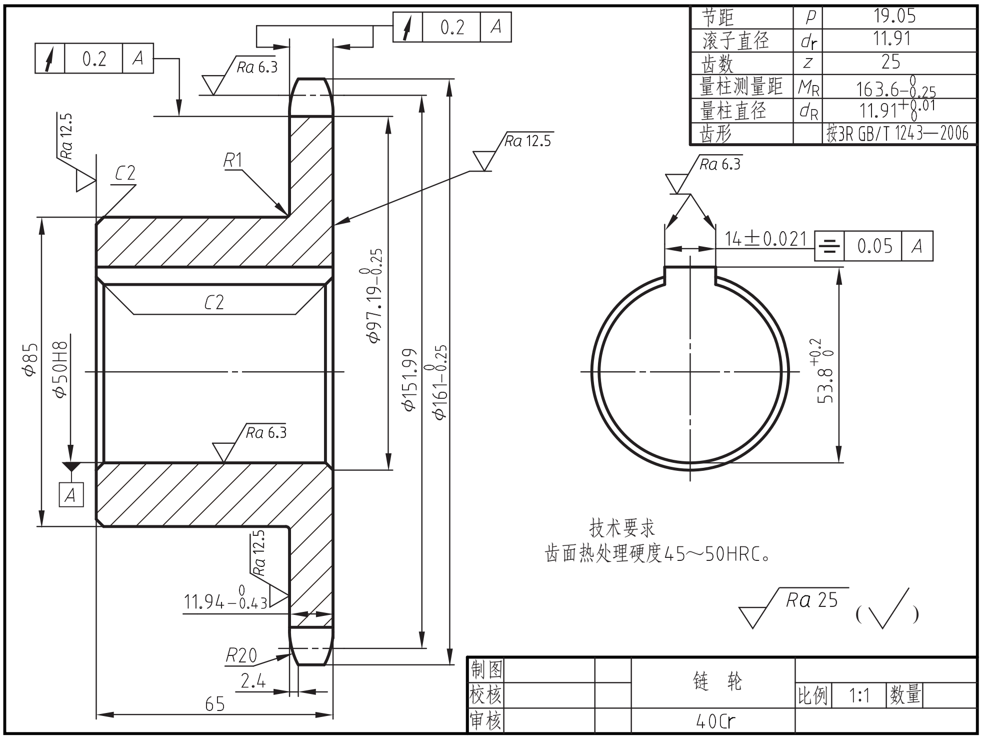


图 3-2　链轮的零件图

3.5.5　V 带轮的画法

V 带轮槽截面尺寸可查阅 GB/T 13575.1—2008 和 GB/T 13575.2—2008，V 带轮的画法可参见图 3-3。

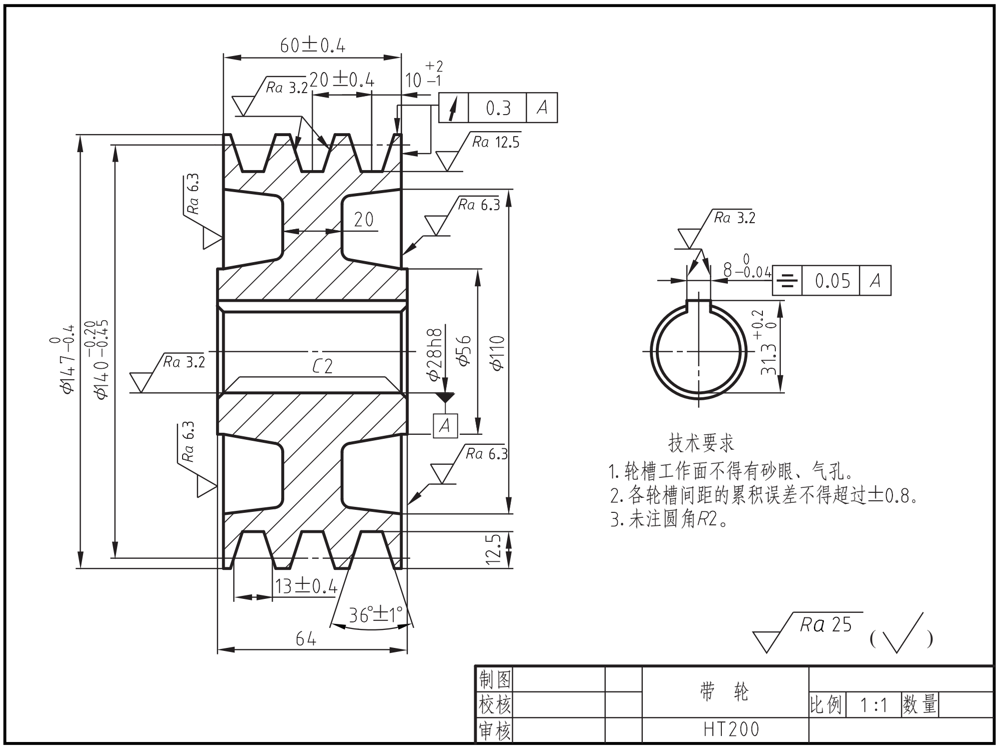
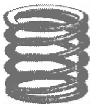
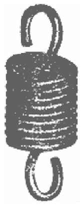
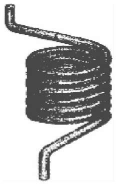
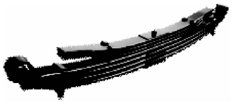
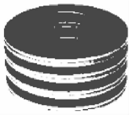


图 3-3　带轮零件图

3.6　弹簧表示法

弹簧是一种常用件，主要用于减震、储能和测力等。弹簧的种类很多，因用途及材料断面形状的不同，常见的有螺旋压缩弹簧、螺旋拉伸弹簧、螺旋扭转弹簧和涡卷弹簧等，具体见表 3-47。

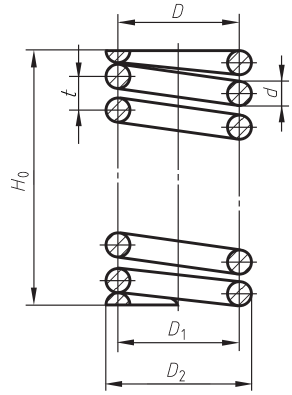
表 3-47　弹簧的种类

螺旋压缩弹簧		螺旋拉伸弹簧		螺旋扭转弹簧	
涡卷弹簧		板弹簧		碟形弹簧	

3.6.1　螺旋弹簧的画法

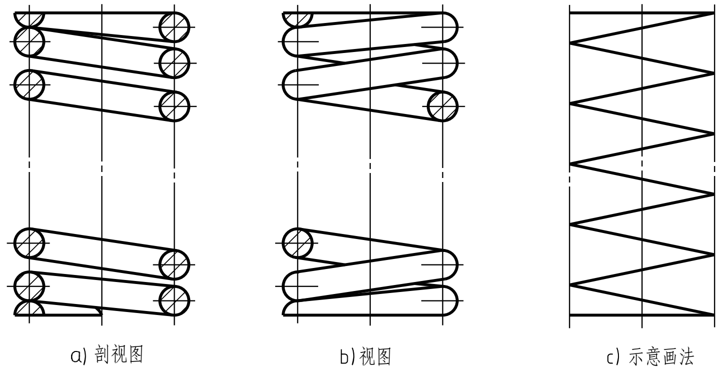
圆柱螺旋压缩弹簧的参数见表 3-48，画法见表 3-49。

表 3-48　圆柱螺旋压缩弹簧的参数

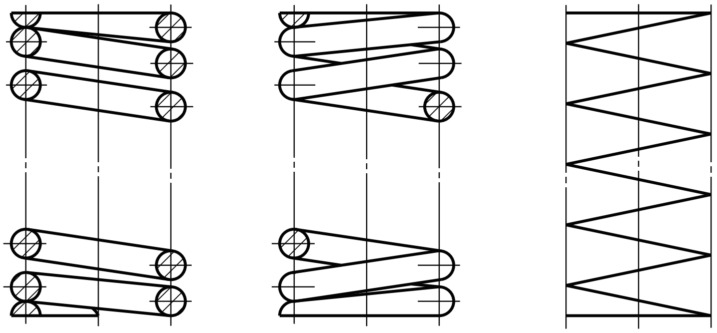
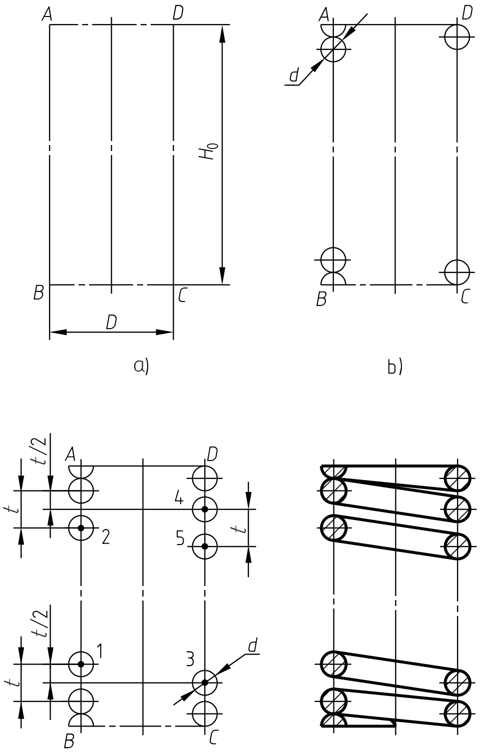


名　　称	代号	计 算 公 式	说　　明
材料直径	d		制造弹簧的钢丝直径,按标准选取
弹簧中径	D		弹簧外径和内径的平均值,按标准选取
弹簧外径	D_2	$D_2=D+d$	弹簧的最大直径
弹簧内径	D_1	$D_1=D-d$	弹簧的最小直径
支撑圈数	n_2		为了使压缩弹簧的端面与轴线垂直,工作时受力均匀,在制造弹簧时将两端几圈并紧、磨平,工作时并紧和磨平部分基本上不产生弹力,而起支撑或固定作用,两端支撑部分加在一起的圈数称为支撑圈数
有效圈数	n		除支撑圈外,中间保持节距相等、产生弹力的圈称为有效圈,这部分圈数称为有效圈数,有效圈数是计算弹簧刚度时的圈数
总圈数	n_1	$n_1=n+n_2$	有效圈数与支撑圈数之和
节距	t		相邻两有效圈截面中心线的轴向距离
自由高度	H_0	$H_0=nt+(n_2-0.5)d$	弹簧在不受外力时的高度
展开长度	L		制造弹簧时坯料的长度
旋向			弹簧的旋向与螺纹的旋向一样,也有左旋与右旋之分

表 3-49　圆柱螺旋压缩弹簧的画法

序号	种类	画　　法	说　　明
1	单个弹簧的画法	 a) 剖视图　　b) 视图　　c) 示意画法	1)螺旋压缩弹簧在平行于轴线投影面的视图中,其各圈的轮廓规定画成直线代替螺旋线 2)对有效圈数在 4 圈以上的螺旋压缩弹簧,中间部分可以省略,允许适当缩短图形的长度,但标注尺寸时应按实际长度标出

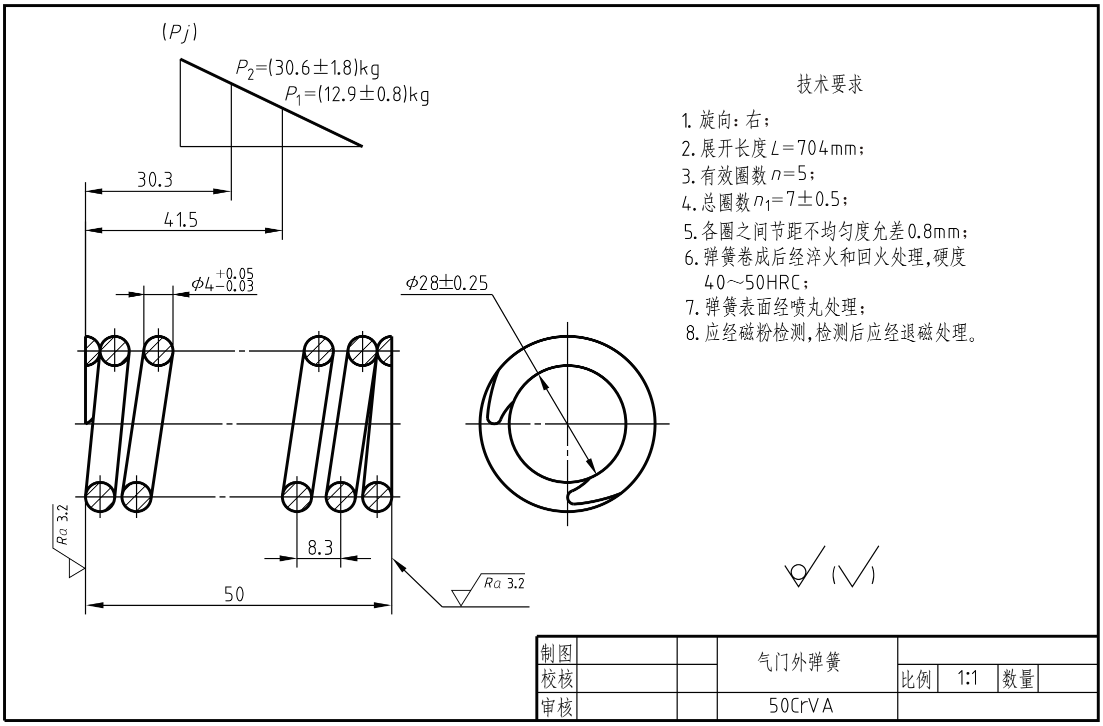
（续）

序号	种类	画　　法	说　　明
1	单个弹簧的画法	 a) 剖视图　b) 视图　c) 示意画法	3) 螺旋压缩弹簧均可画成右旋，但必须保证的旋向要求应在“技术要求”中注明 4) 由于弹簧的画法实际上只起一个符号作用，因而螺旋压缩弹簧要求两端并紧和磨平时，不论支承圈数有多少，均可按图中所示的画法，即 $n_2=2.5$ 的形式来画，支承圈数在技术条件中另加说明
2	作图步骤	 A D B C H_0 D d t/2 t 1 2 3 4 5 a)　b)　c)　d)	1) 根据自由高度 H_0 和弹簧中径 D，画矩形 $ABCD$ 2) 根据材料直径 d 画出支撑圈部分 3) 画出有效圈部分。根据节距 t 依次在 1、2、3、4、5 各点，画出截面圆 4) 按右旋做出相应圆的切线，画出剖面线，加深，完成全图

弹簧图样如图 3-4 所示，其规范说明见表 3-50。

表 3-50　弹簧图样的规范说明

序号	说　　明
1	弹簧的参数应直接标注在图形上，若直接标注有困难，可以在技术要求中说明
2	一般采用图解方式表示弹簧的力学性能要求，对于圆柱螺旋弹簧的力学性能曲线简化成直线，画在主视图上方
3	某些只需给出刚度要求的弹簧，允许不画力学性能图，而在“技术要求”中说明其刚度要求



技术要求

1. 旋向：右；
2. 展开长度L=704mm；
3. 有效圈数n=5；
4. 总圈数n_1=7±0.5；
5. 各圈之间节距不均匀度允差0.8mm；
6. 弹簧卷成后经淬火和回火处理，硬度40～50HRC；
7. 弹簧表面经喷丸处理；
8. 应经磁粉检测，检测后应经退磁处理。

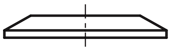
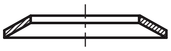
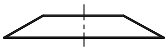
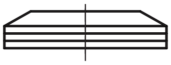
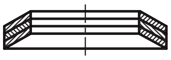
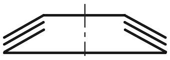
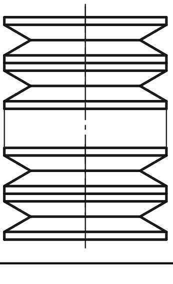
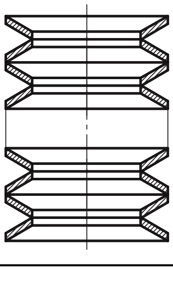
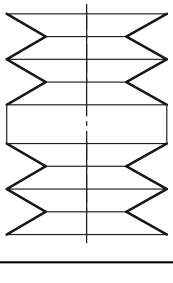
制图			气门外弹簧				
校核				比例	1:1	数量	
审核			50CrVA				

图 3-4　弹簧图样

3.6.2　碟形弹簧的画法

碟形弹簧的画法见表 3-51。

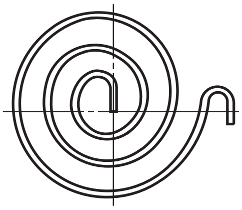
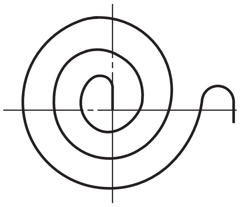
表 3-51　碟形弹簧的画法

视　　图	剖　视　图	示　意　图
		
		
		

3.6.3　平面涡卷弹簧的画法

平面涡卷弹簧的画法见表 3-52。

表 3-52　平面涡卷弹簧的画法

视　　图	示　意　图
	

3.6.4　板弹簧的画法

弓形板弹簧由多种零件组成，画法如图 3-5 所示。

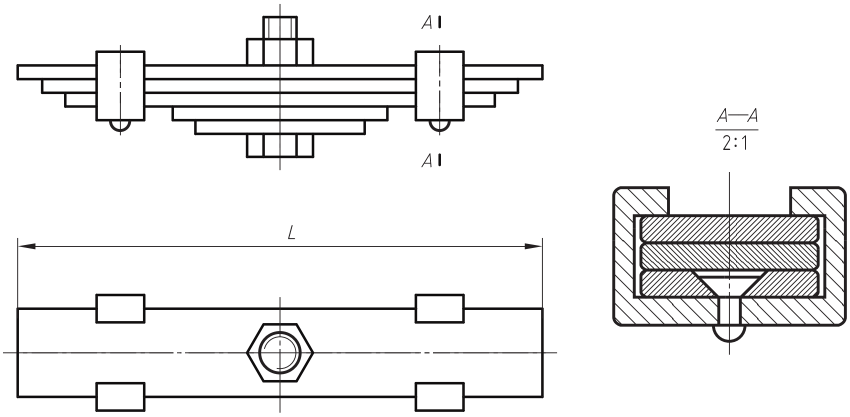
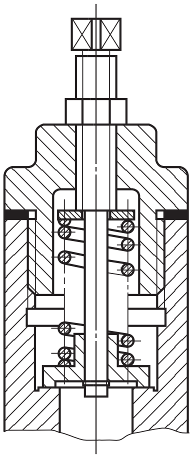


图 3-5　弓形板弹簧的画法

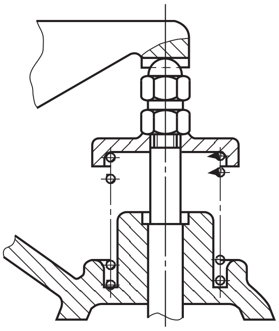
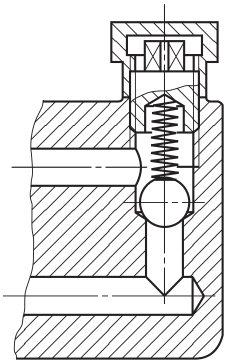
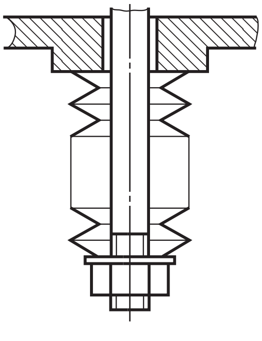
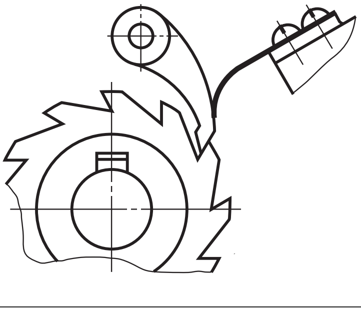
3.6.5　装配图中弹簧的画法

装配图中弹簧的画法见表 3-53。

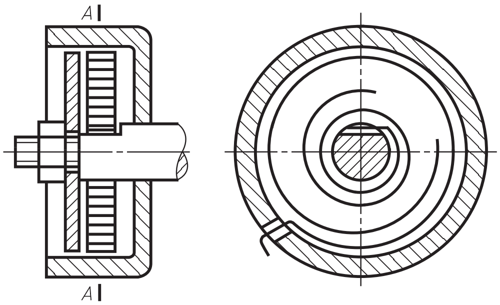
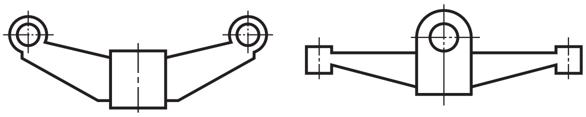
表 3-53　装配图中弹簧的画法

种　　类	画　　法
装配图中圆柱螺旋压缩弹簧的画法一（弹簧后结构不画）	

（续）

种　　类	画　　法
装配图中圆柱螺旋压缩弹簧的画法二（簧丝直径≤2mm 时断面涂黑）	
装配图中圆柱螺旋压缩弹簧的画法三（簧丝直径≤2mm 时示意画法）	
装配图中碟形弹簧的画法	
装配图中片弹簧的画法	

（续）

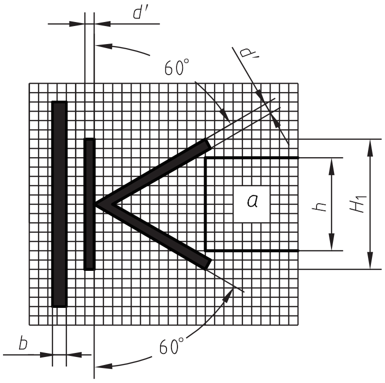
种　　类	画　　法
装配图中平面 涡卷弹簧的画法	
板弹簧允许 只画出外形轮廓	

3.7　中心孔表示法

3.7.1　中心孔的符号及标记

中心孔的符号大小应与图样上其他尺寸和符号协调一致，与中心孔符号有关的尺寸参数见表 3-54。

表 3-54　中心孔符号的尺寸参数



轮廓线宽度 b	0.5	0.7	1	1.4	2	2.8
数字和大写字母的高度 h	3.5	5	7	10	14	20
符号线宽度 d'	0.35	0.5	0.7	1	1.4	2
字体线宽度 d	中心孔标记中的数字和大写字母应按 GB/T 14691 的规定选取，与相应图样上的字体型式、字体线宽度 d 和字体高度 h 相一致					
高度 H_1	5	7	10	14	20	28

中心孔的符号见表 3-55，标记示例见表 3-56。

表 3-55　中心孔的符号

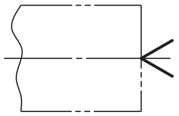
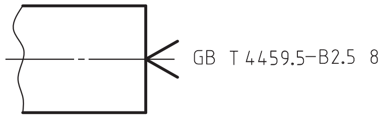
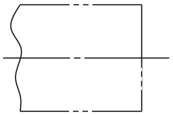
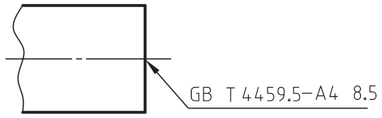
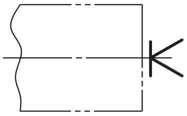
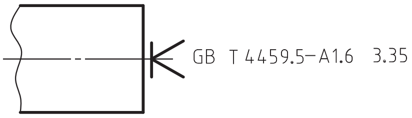
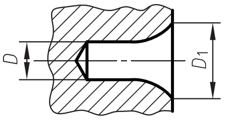
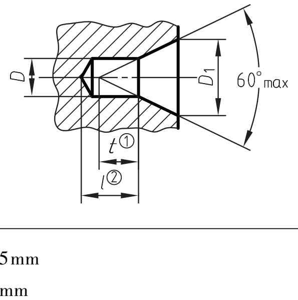
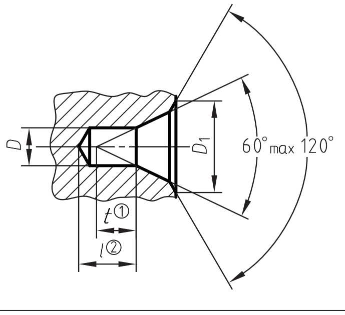
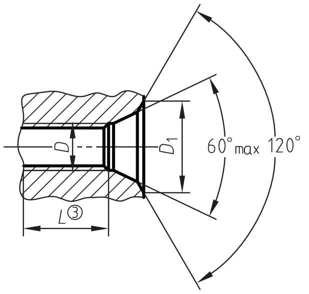
要　　求	符　　号	表示法示例	说　　明
在完工的零件上要求保留中心孔			采用 B 型中心孔 $D = 2.5\text{mm}, D_1 = 8\text{mm}$ 在完工的零件上要求保留
在完工的零件上可以保留中心孔			采用 A 型中心孔 $D = 4\text{mm}, D_1 = 8.5\text{mm}$ 在完工的零件上是否保留都可以
在完工的零件上不允许保留中心孔			采用 A 型中心孔 $D = 1.6\text{mm}, D_1 = 3.35\text{mm}$ 在完工的零件上不允许保留

表 3-56　中心孔的标记示例

中心孔的型式	标 记 示 例	标 注 说 明
R （弧形） 根据 GB/T 145 选择中心钻	GB/T 4459. 5-R3. 15/6. 7	$D = 3.15\text{mm}$ $D_1 = 6.7\text{mm}$ 
A （不带护锥） 根据 GB/T 145 选择中心钻	GB/T 4459. 5-A4/8. 5	$D = 4\text{mm}$ $D_1 = 8.5\text{mm}$ 
B （带护锥） 根据 GB/T 145 选择中心钻	GB/T 4459. 5-B2. 5/8	$D = 2.5\text{mm}$ $D_1 = 8\text{mm}$ 

（续）

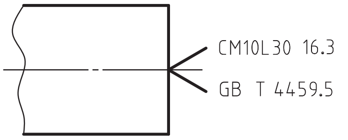
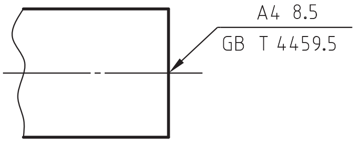
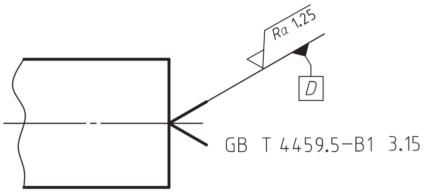
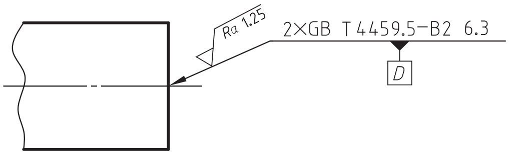
中心孔的型式	标 记 示 例	标 注 说 明
C （带螺纹） 根据 GB/T 145 选择中心钻	GB/T 4459.5-CM10L30/16.3	D = M10 L = 30mm D_1 = 16.3mm 

① 尺寸 t 见 GB/T 4459.5—1999 附录 A。
② 尺寸 l 取决于中心钻的长度，不能小于 t。
③ 尺寸 L 取决于零件的功能要求。

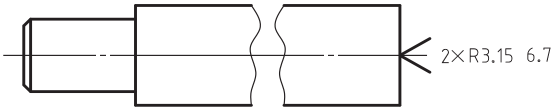
3.7.2　中心孔的注法及示例

中心孔的注法及示例见表 3-57。

表 3-57　中心孔的注法及示例

说　　明	示　　例
对于已经有相应标准规定的中心孔，在图样中可不绘制其详细结构，只需在零件轴端面绘制出对中心孔要求的符号，随后标注出相应标记	见表 3-55
如需指明中心孔标记中的标准编号时，也可按右图的方法标注	 
以中心孔的轴线为基准时，基准代号可按右图的方法标注，中心孔工作表面的表面结构要求应在引出线上标出	
	

（续）

说　　明	示　　例
在不致引起误解时，可省略标记中的标准编号，如同一轴的两端中心孔相同，可只在其一端标出，但应注出其数量	

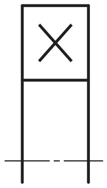
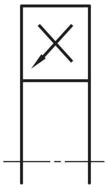
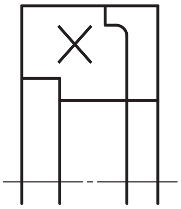
3.8　动密封圈表示法

用简化画法绘制动密封圈时可采用通用画法或特征画法，在同一张图样中一般只采用一种画法，通用画法和特征画法中的各种符号的矩形线框和轮廓线均用粗实线绘制。

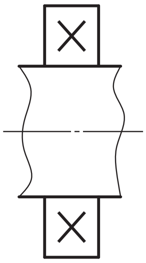
3.8.1　动密封圈的通用简化表示法

动密封圈的通用画法见表 3-58。

表 3-58　动密封圈的通用画法

序号	名　　称	画　　法	说　　明
1	通用画法		1）在剖视图中如不需要确切地表示密封圈的外形轮廓和内部结构（包括唇骨架弹簧等）时，可采用在矩形线框的中央画出十字交叉的对角线符号的方法表示，交叉线符号不应与矩形线框的轮廓线接触 2）若需要表示密封的方向，则应在对角线符号的一端画出一个箭头指向密封的一侧 3）若需要确切地表示密封圈的外形轮廓，则应画出其较详细的剖面轮廓并在其中央画出对角线符号 4）通用画法应绘制在轴的两侧
2	指出密封方向的通用画法		
3	画出外形轮廓的通用画法		

（续）

序号	名　　称	画　　法	说　　明
4	绘制在轴的两侧		1)在剖视图中如不需要确切地表示密封圈的外形轮廓和内部结构(包括唇骨架弹簧等)时,可采用在矩形线框的中央画出十字交叉的对角线符号的方法表示,交叉线符号不应与矩形线框的轮廓线接触 2)若需要表示密封的方向,则应在对角线符号的一端画出一个箭头指向密封的一侧 3)若需要确切地表示密封圈的外形轮廓,则应画出其较详细的剖面轮廓并在其中央画出对角线符号 4)通用画法应绘制在轴的两侧

3.8.2　动密封圈的特征简化表示法

动密封圈特征画法中的密封要素符号见表 3-59，旋转轴唇形密封圈的特征画法见表 3-60。

表 3-59　动密封圈特征画法中的密封要素符号

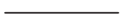
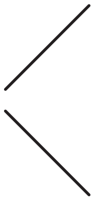
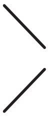
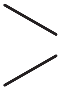
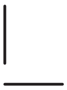
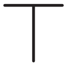
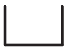
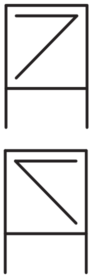
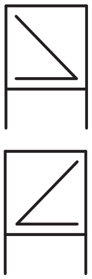
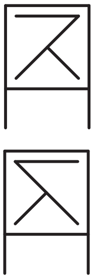
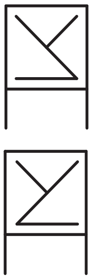
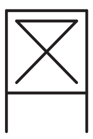
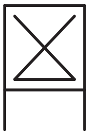
序号	要素符号	说　　明	应　　用
1		长的粗实线,平行于密封表面的素线	表示静态密封要素(密封圈和防尘圈上具有静态密封功能的部分)
2		长的粗实线,必要时可加表示密封方向的箭头,与相应的轮廓线成对角形式	表示动态密封要素(密封圈和防尘圈上具有动态密封功能的唇以及有防尘除尘功能的结构),与 1 的要素符号组合使用,倾斜方向应与工作介质流动的方向相反(工作介质包括液体、气体和固体)
3		短的粗实线,与相应的轮廓线成对角形式,与 2 的要素符号成 90°	表示有防尘和除尘功能的副唇,与 2 的要素符号组合使用
4		短的粗实线,由矩形线框的中心画出,与相应的轮廓线成 30°	表示往复运动的动态密封要素,与 5 的要素符号组合使用
5		短的粗实线,由矩形线框的中心画出,与相应的轮廓线平行	表示往复运动的静态密封要素
6		粗实线(T 形,凸起)	表示非接触密封,例如迷宫式密封,T 形、U 形组合使用
7		粗实线(U 形,凹入)	

表 3-60　旋转轴唇形密封圈的特征画法

序号	特征画法	应　　用
1		主要用于旋转轴唇形密封圈，也可用于往复运动活塞杆唇形密封圈及结构类似的防尘圈
2		同 1(孔用)
3		主要用于有副唇的旋转轴唇形密封圈，也可用于结构类似的往复运动活塞杆唇形密封圈
4		同 3(孔用)
5		主要用于双向密封旋转轴唇形密封圈，也可用于结构类似的往复运动活塞杆唇形密封圈

（续）

序号	特征画法	应　　用
6		同 5(孔用)

3.9　轴承表示法

3.9.1　滚动轴承的画法

滚动轴承是标准件，不需单独画出各组成部分的零件图，仅需在装配图中表达其与相关零件的装配关系即可。国家标准规定了滚动轴承可以用简化画法（通用画法、特征画法）或规定画法来表示。

用简化画法绘制滚动轴承时，应采用通用画法或特征画法，但在同一图样中一般只采用其中一种画法。

（1）通用画法　用一矩形线框表示，并在线框中央画一正立的十字符号，要注意十字符号不应与线框相接触（矩形线框与十字符号均用粗实线绘制）。若需要表示滚动轴承内外圈有无挡边时，可在十字符号上加以短粗线表示内圈或外圈挡边的方向，如图 3-6 所示。

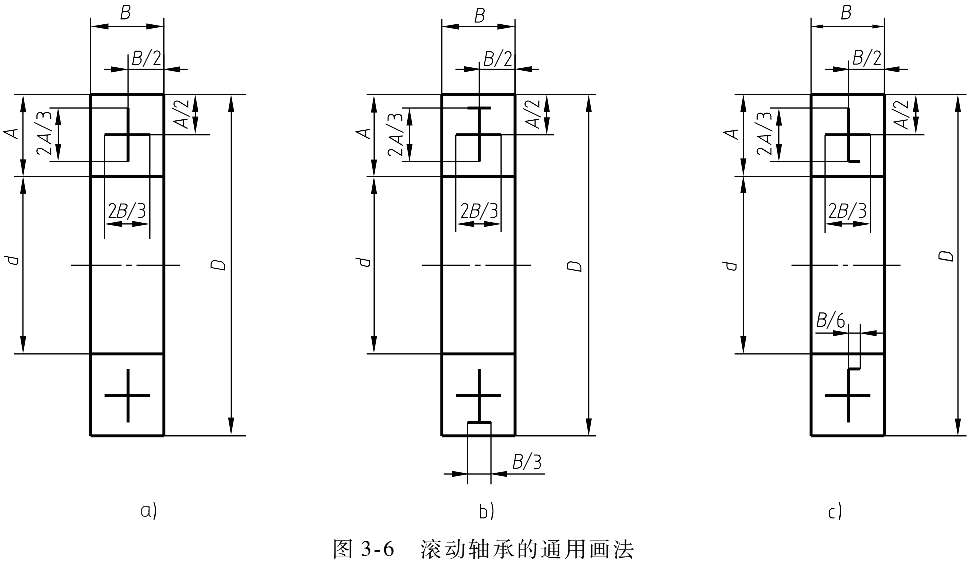


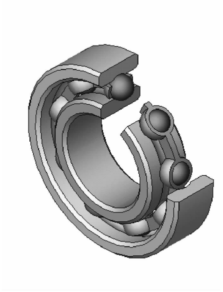
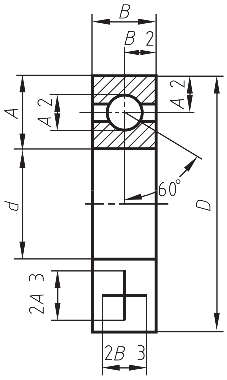
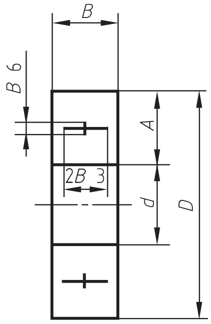
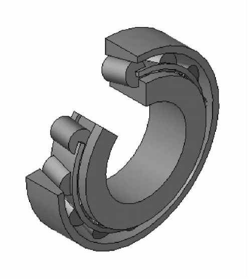
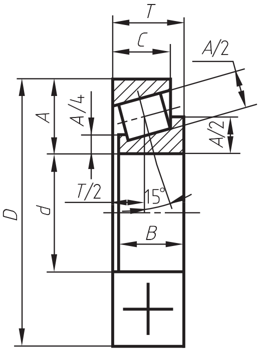
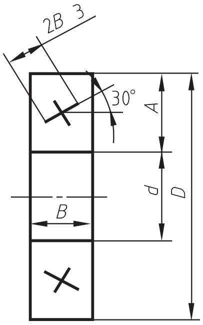
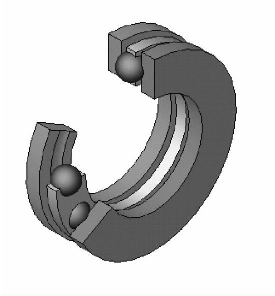
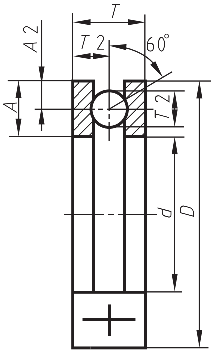
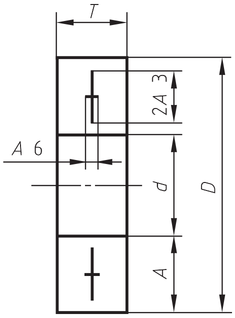
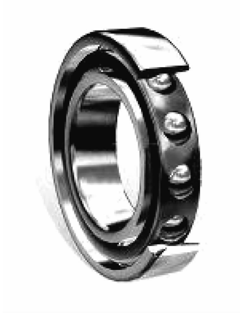
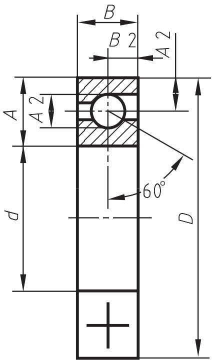
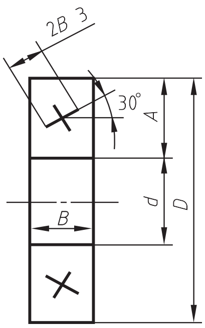
图 3-6　滚动轴承的通用画法

a）无确切表示　b）外圈无挡边　c）内圈有单挡边

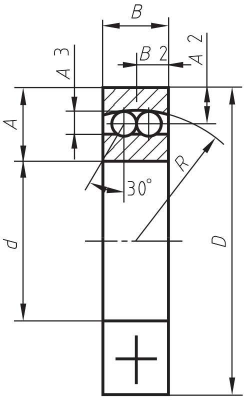
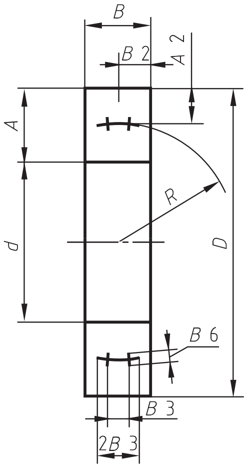
（2）特征画法　在矩形线框中，用粗实线画出表示滚动轴承结构特征和载荷特性的要素符号，见表 3-61。

当需要确切地表示出滚动轴承的结构特征时，可在轴的一侧采用规定画法画出其剖视图，此时，在轴承的滚动体上不画剖面线，而内外圈的剖面线应画成同方向、同间隔；在轴的另一侧采用通用画法表示，见表 3-61。

表 3-61　常用滚动轴承的规定画法和特征画法

轴承名称	结构型式	规定画法	特征画法
深沟球轴承 GB/T 276—2013		 B B 2 A A 2 A 2 60° d D 2A 3 2B 3	
圆锥滚子轴承 GB/T 297—1994		 T C A/2 A A/4 A/2 T/2 15° B D d	
推力球轴承 GB/T 301—1995			
角接触球轴承 GB/T 292—2007			

（续）

轴承名称	结构型式	规定画法	特征画法
调心球轴承 GB/T 281—2013			

深沟球轴承的标准尺寸见表 3-62。

表 3-62　深沟球轴承（GB/T 276—2013）

轴承代号	尺寸/mm			轴承代号	尺寸/mm		
	d	*D*	*B*		*d*	*D*	*B*
（0）系列				（3）窄系列			
606	6	17	6				
607	7	19	6	634	4	16	5
608	8	22	7	635	5	19	6
609	9	24	7	6300	10	35	11
6000	10	26	8	6301	12	37	12
6001	12	28	8	6302	15	42	13
6002	15	32	9	6303	17	47	14
6003	17	35	10	6304	20	52	15
6004	20	42	12	6305	25	62	17
6005	25	47	12	6306	30	72	19
6006	30	55	13	6307	35	80	21
6007	35	62	14	6308	40	90	23
6008	40	68	15	6309	45	100	25
6009	45	75	16	6310	50	110	27
6010	50	80	16	6311	55	120	29
6011	55	90	18	6312	60	130	31
6012	60	95	18				

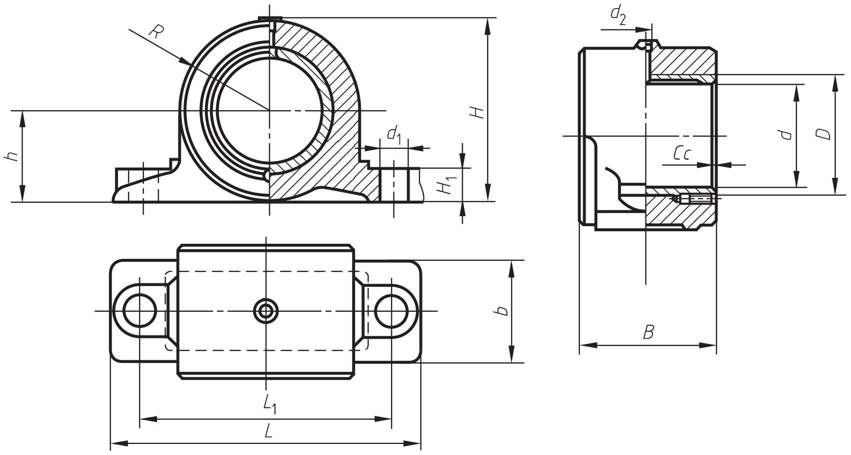
（续）

轴承代号	尺寸/mm			轴承代号	尺寸/mm		
	d	*D*	*B*		*d*	*D*	*B*
(2)窄系列				(4)窄系列			
623	3	10	4				
624	4	13	5				
625	5	16	5	6403	17	62	17
626	6	19	6	6404	20	72	19
627	7	22	7	6405	25	80	21
628	8	24	8	6406	30	90	23
629	9	26	8	6407	35	100	25
6200	10	30	9	6408	40	110	27
6201	12	32	10	6409	45	120	29
6202	15	35	11	6410	50	130	31
6203	17	40	12	6411	55	140	33
6204	20	47	14	6412	60	150	35
6205	25	52	15	6413	65	160	37
6206	30	62	16	6414	70	180	42
6207	35	72	17	6415	75	190	45
6208	40	80	18	6416	80	200	48
6209	45	85	19	6417	85	210	52
6210	50	90	20	6418	90	225	54
6211	55	100	21	6419	95	240	55
6212	60	110	22				

3.9.2　滑动轴承的画法

JB/T 2560—2007 ~ JB/T 2563—2007 规定了各种型号滑动轴承座的型式、尺寸及选用要求，具体见表 3-63 ~ 表 3-66。

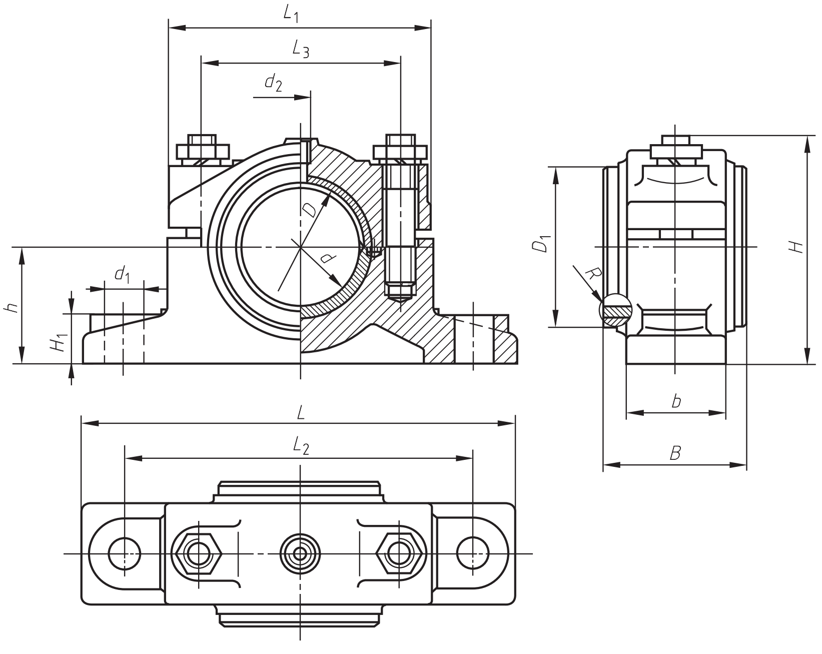
表 3-63　整体有衬正滑动轴承座（摘自 JB/T 2560—2007）　（单位：mm）



（续）

型号	d H8	D	R	B	b	L	L_1	H ≈	h h12	H_1	d_1	d_2	c	质量/kg ≈
HZ020	20	28	26	30	25	105	80	50	30	14	12	M10 × 1	1. 5	0. 6
HZ025	25	32	30	40	35	125	95	60	35	16	14. 5	M10 × 1	1. 5	0. 9
HZ030	30	38	30	50	40	150	110	70	35	20	18. 5	M10 × 1	1. 5	1. 7
HZ035	35	45	38	55	45	160	120	84	42	20	18. 5	M10 × 1	2. 0	1. 9
HZ040	40	50	40	60	50	165	125	88	45	20	18. 5	M10 × 1	2. 0	2. 4
HZ045	45	55	45	70	60	185	140	90	50	25	24	M10 × 1	2. 0	3. 6
HZ050	5	60	45	75	65	185	140	100	50	25	24	M10 × 1	2. 0	3. 8
HZ060	60	70	55	80	70	225	170	120	60	30	28	M14 × 1. 5	2. 5	6. 5
HZ070	70	85	65	100	80	245	190	140	70	30	28	M14 × 1. 5	2. 5	9. 0
HZ080	80	95	70	100	80	255	200	155	80	30	28	M14 × 1. 5	2. 5	10. 0
HZ090	90	105	75	120	90	285	220	165	85	40	35	M14 × 1. 5	3. 0	13. 2
HZ100	100	115	85	120	90	305	240	180	90	40	35	M14 × 1. 5	3. 0	15. 5
HZ110	110	125	90	140	100	315	250	190	95	40	35	M14 × 1. 5	3. 0	21. 0
HZ120	120	135	100	150	110	370	290	210	105	45	42	M14 × 1. 5	3. 0	27. 0
HZ140	140	160	115	170	130	400	320	240	120	45	42	M14 × 1. 5	3. 0	38. 0

表 3-64　对开式两螺柱正滑动轴承座（摘自 JB/T 2561—2007）　（单位：mm）

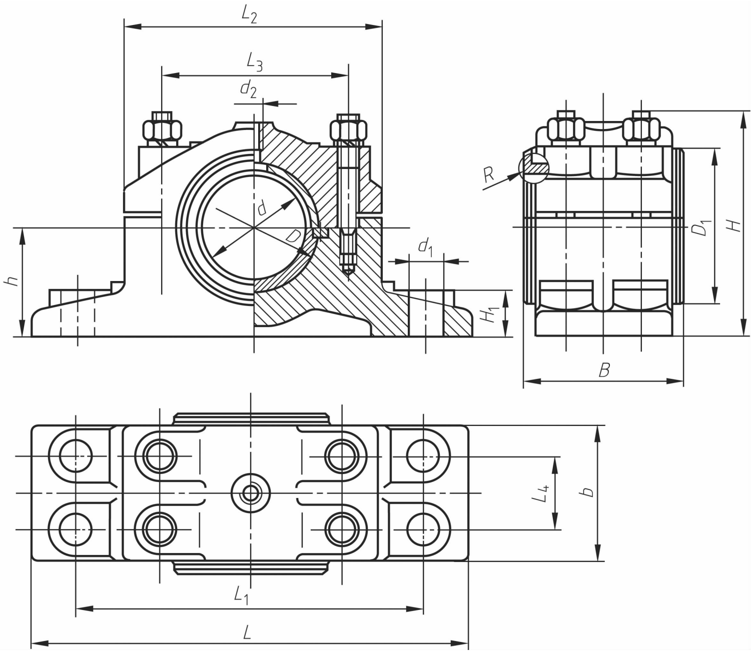


型号	d H8	D	D_1	B	b	H ≈	h h12	H_1	L	L_1	L_2	L_3	d_1	d_2	R	质量/kg ≈
H2030	30	38	48	34	22	70	35	15	140	85	115	60	10	M10 × 1	1. 5	0. 8

（续）

型号	D H8	D	D_1	B	b	H ≈	h h12	H_1	L	L_1	L_2	L_3	d_1	d_2	R	质量/kg ≈
H2035	35	45	55	45	28	87	42	18	165	100	135	75	12	M10×1	2.0	1.2
H2040	40	50	60	50	35	90	45	20	170	110	140	80	14.5	M10×1	2.0	1.8
H2045	45	55	65	55	40	100	50	20	175	110	145	85	14.5	M10×1	2.0	2.3
H2050	50	60	70	60	40	105	50	25	200	120	160	90	18.5	M10×1	2.0	2.9
H2060	60	70	80	70	50	125	60	25	240	140	190	100	24	M14×1.5	2.5	4.6
H2070	70	85	95	80	60	140	70	30	260	160	210	120	24	M14×1.5	2.5	7.0
H2080	80	95	110	95	70	160	80	35	290	180	240	140	28	M14×1.5	2.5	10.5
H2090	90	105	120	105	80	170	85	35	300	190	250	150	28	M14×1.5	3.0	12.5
H2100	100	115	130	115	90	185	90	40	340	210	280	160	35	M14×1.5	3.0	17.5
H2110	110	125	140	125	100	190	95	40	350	220	290	170	35	M14×1.5	3.0	19.5
H2120	120	135	150	140	110	205	105	45	370	240	310	190	35	M14×1.5	3.0	25.0
H2140	140	160	175	160	120	230	120	50	390	260	330	210	35	M14×1.5	4	33.5
H2160	160	180	200	180	140	250	130	50	410	280	350	230	35	M14×1.5	4	45.5

表 3-65　对开式四螺柱正滑动轴承座（摘自 JB/T 2562—2007）　（单位：mm）

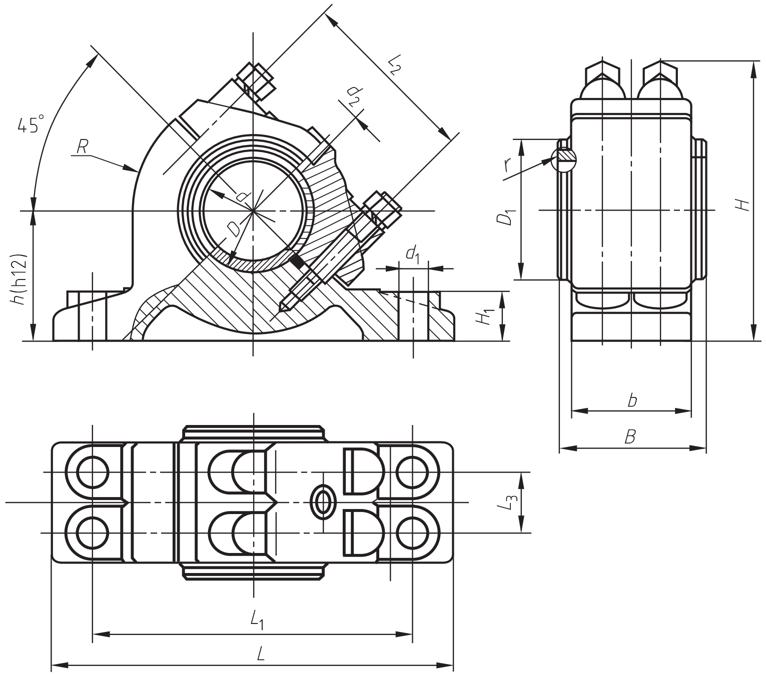


型号	d H8	D	D_1	B	b	H ≈	h h12	H_1	L	L_1	L_2	L_3	L_4	d_1	d_2	R	质量/kg ≈
H4050	50	60	70	75	60	105	50	25	200	160	120	90	30	14.5	M10×1	2.5	4.2
H4060	60	70	80	90	75	125	60	25	240	190	140	100	40	18.5	M10×1	2.5	6.5
H4070	70	85	95	105	90	135	70	30	260	210	160	120	45	18.5	M14×1.5	2.5	9.5

（续）

型号	d H8	D	D_1	B	b	H ≈	h h12	H_1	L	L_1	L_2	L_3	L_4	d_1	d_2	R	质量/kg ≈
H4080	80	95	110	120	100	160	80	35	290	240	180	140	55	24	M14 × 1.5	2.5	14.5
H4090	90	105	120	135	115	165	85	35	300	250	190	150	70	24	M14 × 1.5	3	18.0
H4100	100	115	130	150	130	175	90	40	340	280	210	160	80	24	M14 × 1.5	3	23.0
H4110	110	125	140	165	140	185	95	40	350	290	220	170	85	24	M14 × 1.5	3	30.0
H4120	120	135	150	180	155	200	105	40	370	310	240	190	90	28	M14 × 1.5	3	41.5
H4140	140	160	175	210	170	230	120	45	390	330	260	210	100	28	M14 × 1.5	4	51.0
H4160	160	180	200	240	200	250	130	50	410	350	280	230	120	28	M14 × 1.5	4	59.5
H4180	180	200	220	270	220	260	140	50	460	400	320	260	140	35	M14 × 1.5	4	73.0
H4200	200	230	250	300	245	295	160	55	520	440	360	300	160	42	M14 × 1.5	5	98.0
H4220	220	250	270	320	265	360	170	60	550	470	390	330	180	42	M14 × 1.5	5	125.0

表 3-66　对开式四螺柱斜滑动轴承座（摘自 JB/T 2563—2007）　（单位：mm）



型号	d H8	D	D_1	B	b	H ≈	h h12	H_1	L	L_1	L_2	L_3	R	d_1	d_2	r	质量/kg ≈
HX050	50	60	70	75	60	140	65	25	200	160	90	30	60	14.5	M10 × 1	2.5	5.10
HX060	60	70	80	90	75	160	75	25	240	190	100	40	70	18.5	M10 × 1	2.5	8.10
HX070	70	85	95	105	90	185	90	30	260	210	120	45	80	18.5	M14 × 1.5	2.5	12.50
HX080	80	95	110	120	100	215	100	35	290	240	140	55	90	24	M14 × 1.5	2.5	17.50
HX090	90	105	120	135	115	225	105	35	300	250	150	70	95	24	M14 × 1.5	3	21.0

（续）

型号	d H8	D	D_1	B	b	H ≈	h h12	H_1	L	L_1	L_2	L_3	R	d_1	d_2	r	质量/kg ≈
HX100	100	115	130	150	130	175	115	40	340	280	160	80	105	24	M14×1.5	3	29.50
HX110	110	125	140	165	140	250	120	40	350	290	170	85	110	24	M14×1.5	3	32.50
HX120	120	135	150	180	155	260	130	40	370	310	190	90	120	28	M14×1.5	3	40.5
HX140	140	160	175	210	170	275	140	45	390	330	210	100	130	28	M14×1.5	4	53.50
HX160	160	180	200	240	200	300	150	50	410	350	230	120	140	28	M14×1.5	4	76.50
HX180	180	200	220	270	220	375	170	50	460	400	260	140	160	35	M14×1.5	4	94.0
HX200	200	230	250	300	245	425	190	55	520	440	300	160	180	42	M14×1.5	5	120.0
HX220	220	250	270	320	265	440	205	60	550	470	330	180	195	42	M14×1.5	5	140.0

第 4 章　图形符号及其表示法

4.1　机构运动简图

在研究机构运动时，为了便于分析，常不计或略去与机构运动无关的因素，而仅用简单的线条和规定的符号来表示构件和运动副，并用选定的比例尺画出各运动副间的相对位置。这种表明机构结构和运动特征的简单图形称为机构运动简图，不按尺寸比例绘制的机构图形称为机构示意图。GB/T 4460—2013 规定了机构运动简图用图形符号及其图线的画法。

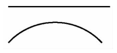
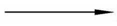
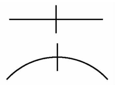
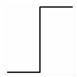
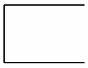
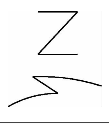
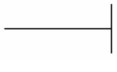
4.1.1　机构运动简图用图形符号

机构运动简图用图形符号的图线要按表 4-1 的要求绘制，各种图形符号见表 4-2 ~ 表 4-8。

表 4-1　机构运动简图用图形符号的图线绘制要求

序号	规定
1	构成机构运动简图用图形符号的图线应符合 GB/T 4457.4 和 GB/T 17450 的规定
2	图形符号中的表示轴、杆符号的图线应用两倍粗实线（$2d$，d 为粗实线线宽）表示
3	机架通常不运动，常在符号下面用 45°细实线表示

表 4-2　机构构件运动简图图形符号

序号	名称	基本符号	可用符号	附注
1	运动轨迹			直线运动 曲线运动
2	运动指向			表示点沿轨迹运动的指向
3	中间位置的瞬时停顿			直线运动 回转运动
4	中间位置的停留			
5	极限位置的停留			
6	局部反向运动			直线运动 回转运动
7	停止			

（续）

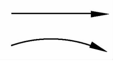
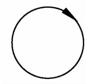
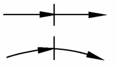
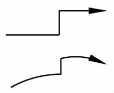
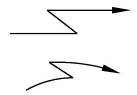
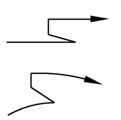
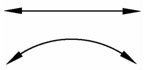
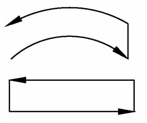
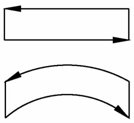
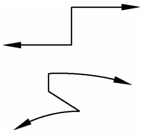
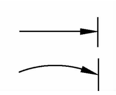
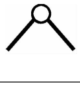
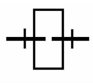
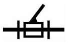
序号	名　称	基本符号	可用符号	附　注
8	直线或曲线的单向运动			直线运动 曲线运动
9	具有瞬时停顿的单向运动			直线运动 回转运动
10	具有停留的单向运动			直线运动 回转运动
11	具有局部反向的单向运动			直线运动 回转运动
12	具有局部反向及停留的单向运动			直线运动 回转运动
13	直线或回转的往复运动			直线运动 回转运动
14	在一个极限位置停留的往复运动			直线运动 回转运动
15	在两个极限位置停留的往复运动			直线运动 回转运动
16	在中间位置停留的往复运动			直线运动 回转运动
17	运动终止			直线运动 回转运动

表 4-3　运动副的简图图形符号

序号	名　称		基本符号	可用符号
1	具有一个自由度的运动副	回转副 1）平面机构 2）空间机构	1） 	
			2） 	

（续）

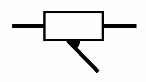
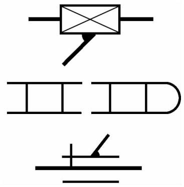
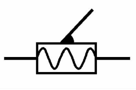
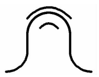
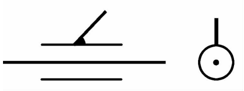
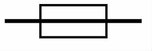
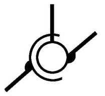
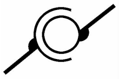
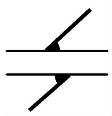
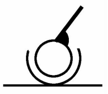
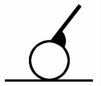
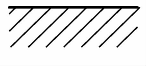
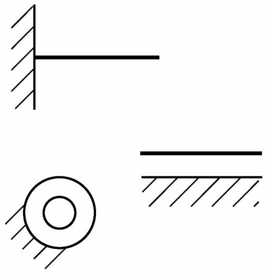
序号	名　　称		基本符号	可用符号
2	具有一个自由度的运动副	棱柱副 （移动副）		
3		螺旋副		
4	具有两个自由度的运动副	圆柱副		
5		球销副		
6	具有三个自由度的运动副	球面副		
7		平面副		
8	球与圆柱副（四个自由度）			
9	球与平面副（五个自由度）			

表 4-4　构件及其组成部分连接的简图图形符号

序号	名　　称	基本符号	可用符号	附　　注
1	机架			

（续）

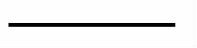
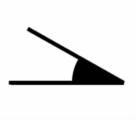
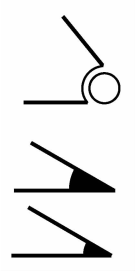
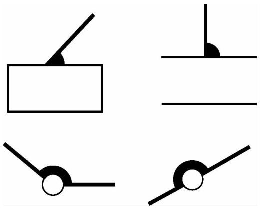
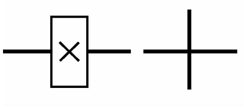
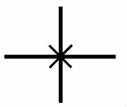
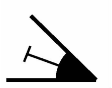
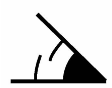
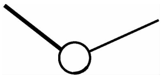
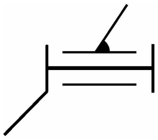
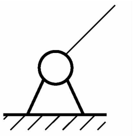
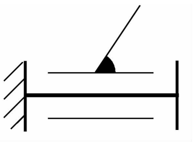
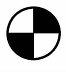
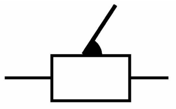
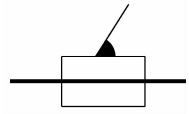
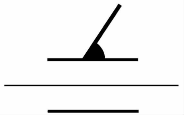
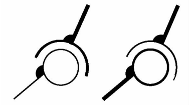
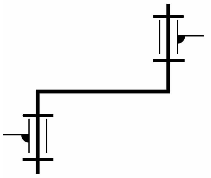
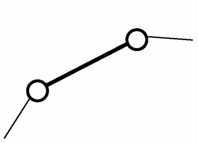
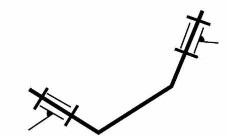
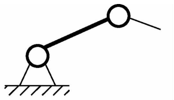
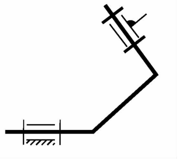
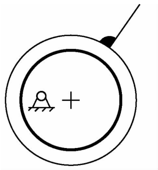
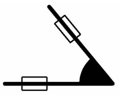
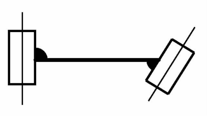
序号	名　称	基本符号	可用符号	附　注
2	轴、杆			
3	构件组成部分的永久连接			
4	组成部分与轴（杆）的固定连接			
5	构件组成部分的可调连接			

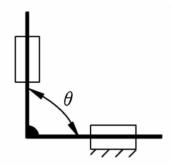
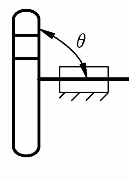
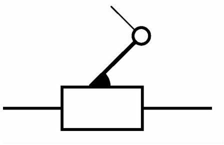
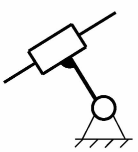
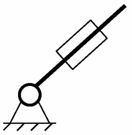
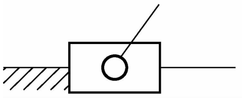
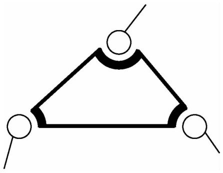
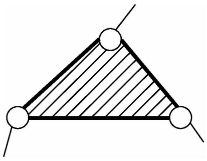
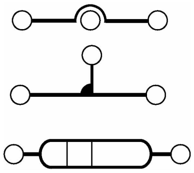
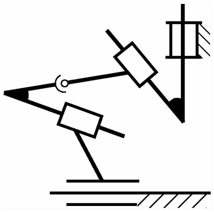
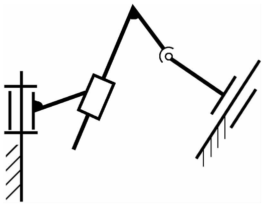
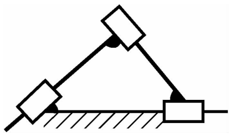
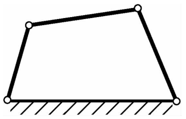
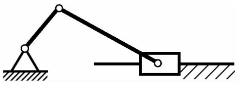
表 4-5　多杆构件及其组成部分的简图符号

序号	名　称		基本符号	可用符号	附　注
1	单副元素构件	构件是回转副的一部分 1）平面机构 2）空间机构	1） 2）		
2		机架是回转副的一部分 1）平面机构 2）空间机构	1） 2）		
3		构件是棱柱副的一部分			

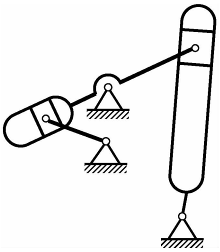
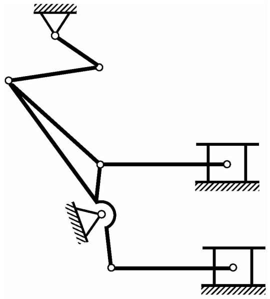
（续）

序号	名称			基本符号	可用符号	附注
4	单副元素构件	构件是圆柱副的一部分				
5		构件是球面副的一部分				
6	双副元素构件	连接两个回转副的构件	示例			
7			连杆 1)平面机构 2)空间机构	1） 2）		
8			曲柄（或摇杆） 1)平面机构 2)空间机构	1） 2）		
9			偏心轮			
10		连接两个棱柱副的构件	示例			
11			通用情况			

（续）

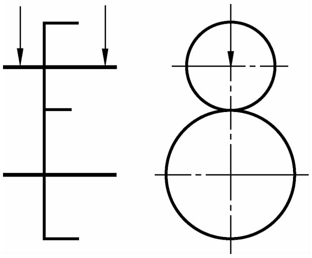
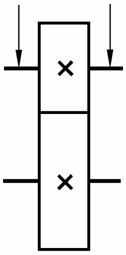
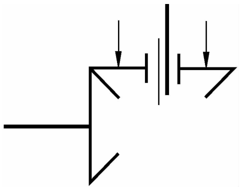
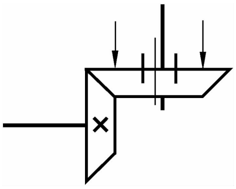
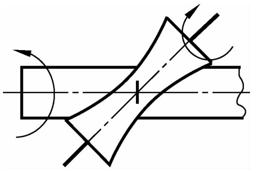
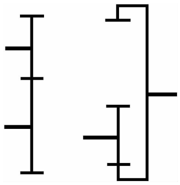
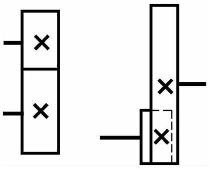
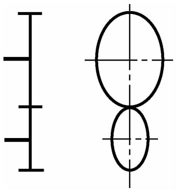
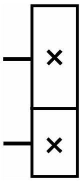
序号	名　　称			基 本 符 号	可 用 符 号	附　　注
12	双副元素构件	连接两个棱柱副的构件	滑块			
13		连接回转副与棱柱副的构件	通用情况			
14			导杆	 		
15			滑块			
16	三副元素构件					
17	多副元素构件					符号与双副元素、三副元素构件类似
18	示例			    		

（续）

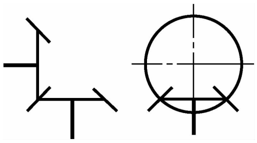
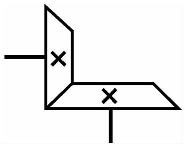
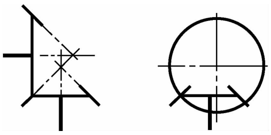
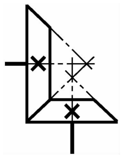
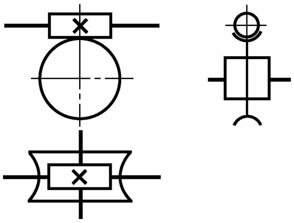
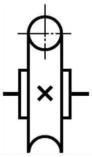
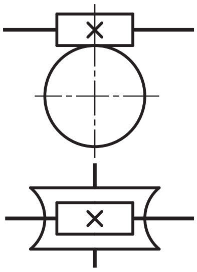
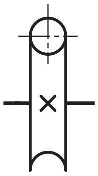
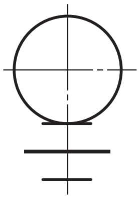
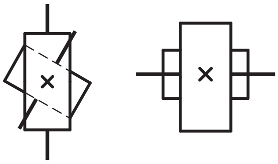
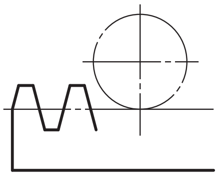
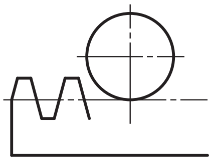
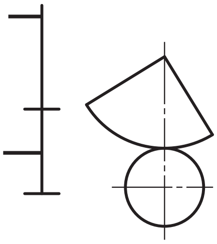
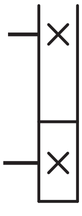
序号	名　　称	基本符号	可用符号	附　　注
18	示例			

注：细实线所画为相邻构件。

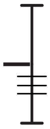
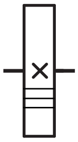
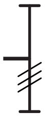
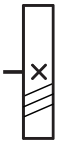
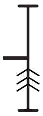
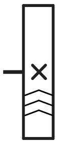
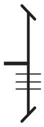
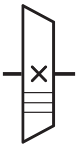
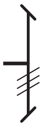
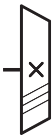
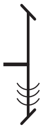
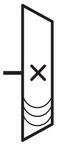
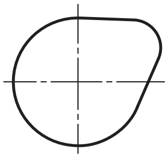
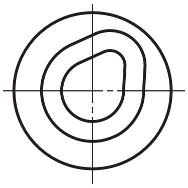
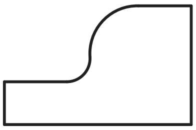
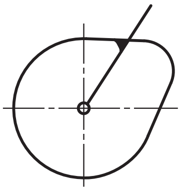
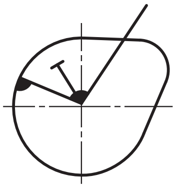
表 4-6　常用传动机构的简图图形符号

序号	名　　称		基本符号	可用符号
1	摩擦传动	圆柱轮		
2		圆锥轮		
3		双曲面轮		
4	齿轮传动	圆柱齿轮		
5		非圆齿轮		

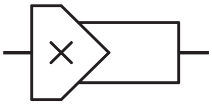
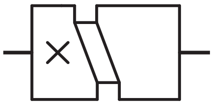
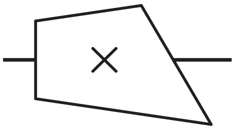
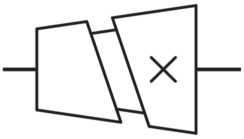
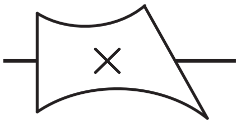
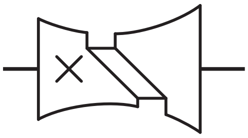
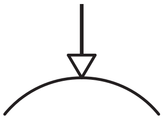
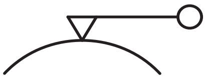
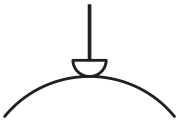
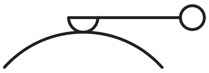
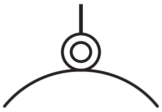
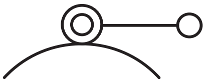
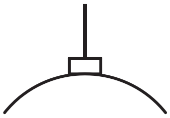
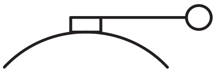
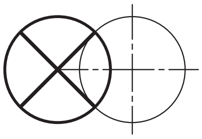
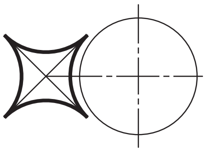
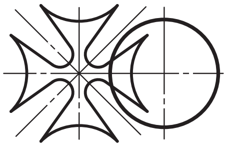
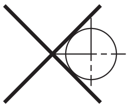
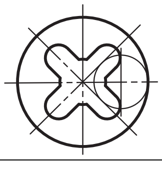
（续）

序号	名　　称		基 本 符 号	可 用 符 号
6	齿轮传动	锥齿轮		
7		准双曲面齿轮		
8		蜗轮与圆柱蜗杆		
9		蜗轮与球面蜗杆		
10		交错轴斜齿轮		
11		齿条传动		
12		扇形齿轮传动		

（续）

序号	名　称			基本符号	可用符号
13	齿轮传动	齿线符号	直齿圆柱齿轮		
14			斜齿圆柱齿轮		
15			人字齿圆柱齿轮		
16			直齿锥齿轮		
17			斜齿锥齿轮		
18			弧齿锥齿轮		
19	凸轮传动	盘形凸轮			
20		移动凸轮			
21		与杆固接的凸轮			

（续）

序号	名　　称			基 本 符 号	可 用 符 号
22	凸轮传动	空间凸轮	圆柱凸轮		
23			圆锥凸轮		
24			双曲面凸轮		
25		凸轮从动杆	尖顶从动杆		
26			曲面从动杆		
27			滚子从动杆		
28			平底从动杆		
29	槽轮机构	一般符号			
30		外啮合			
31		内啮合			

（续）

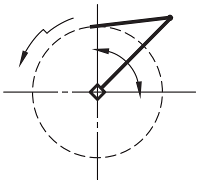
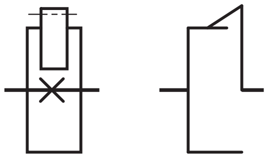
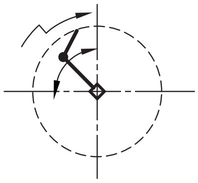
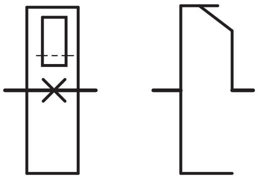
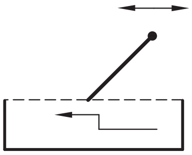
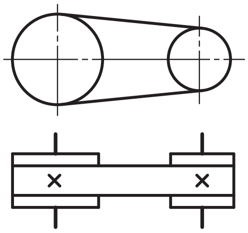
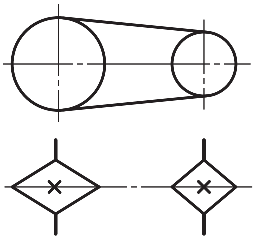
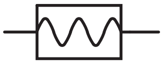
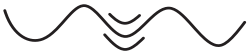
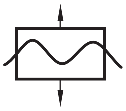
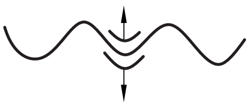
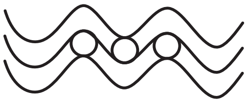
序号	名　　称		基 本 符 号	可 用 符 号
32	棘轮机构	外啮合		
33		内啮合		
34		棘齿条啮合		
35	带传动			
36	链传动			
37	螺杆传动	整体螺母		
38		开合螺母		
39		滚珠螺母		

表 4-7　联轴器、离合器及制动器的符号

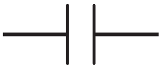
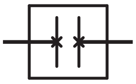
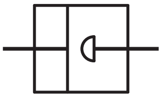
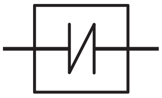
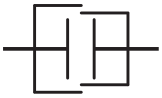
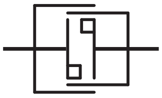
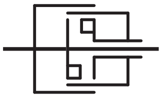
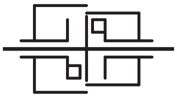
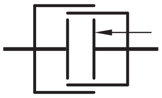
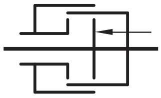
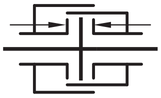
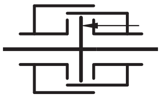
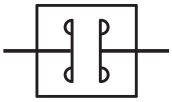
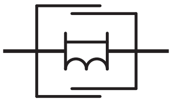
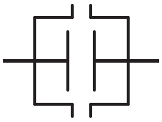
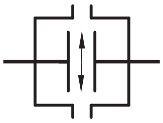
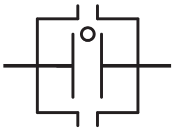
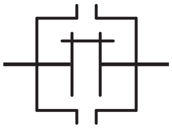
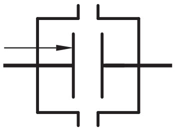
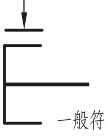
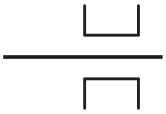
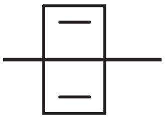
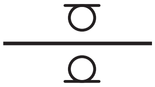
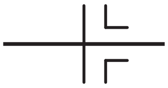
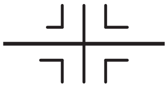
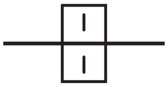
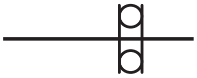
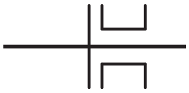
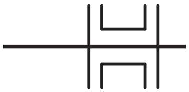
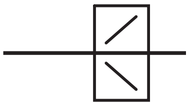
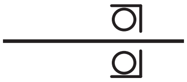
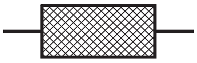
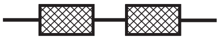
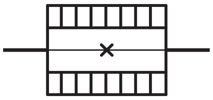
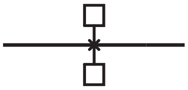
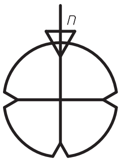
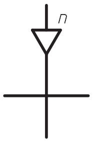
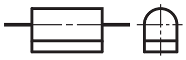
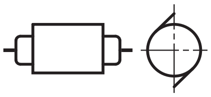
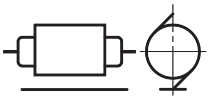
序号	名　　称	基 本 符 号
1	联轴器	 一般符号  固定联轴器  可移式联轴器  弹性联轴器
2	可控啮合式离合器	 一般符号  单向式  双向式  可用符号
3	可控摩擦离合器	 单向式  可用符号  双向式  可用符号
4	其他可控离合器	 液压离合器 一般符号  电磁离合器
5	自动离合器	 一般符号  离心摩擦离合器  超越离合器  安全离合器 (带有易损元件)  安全离合器 (没有易损元件)
6	制动器	 一般符号

表 4-8　轴承等组件的简图图形符号

序号	名　称		基 本 符 号	可 用 符 号
1	轴承	向心轴承	 滑动轴承  滚动轴承	
2		推力轴承	 单向  双向  滚动轴承	
3		向心推力轴承	 单向  双向  滚动轴承	
4	弹簧		弹簧的符号详见前面弹簧一节中的示意图	
5	挠性轴			
6	轴上飞轮			
7	分度头		 	

（续）

序号	名　　称		基 本 符 号	可 用 符 号
8	原动机	通用符号		
9		电动机 （一般符号）		
10		装在支架 上的电动机		

4.1.2　机构运动简图画法示例

绘制机构运动简图的步骤：

1）恰当地选择投影面，该面应为机构中大多数构件的运动平面。必要时也可选择两个或两个以上的投影面，然后展示到同一图面上。

2）认清机架、主动（输入）构件和输出构件。

3）理清机构运动传递路线。标出机件和主动件，按照机构运动传递路线，分析有几个活动构件，各实现何种形式的相对运动，并标上构件序（件）号。

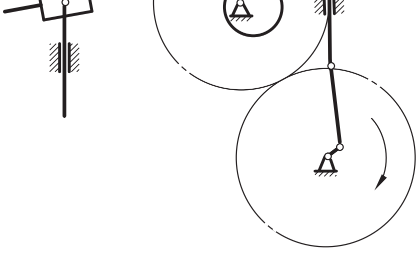
4）确定与机构运动特性相关的运动要素；运动副间的相对位置；高副的廓线形状，包括其曲率中心和曲率半径等。

5）选取适当的机构长度比例尺，用规定的表示运动简图的符号绘出相应于主动件某一位置时的机构运动简图。

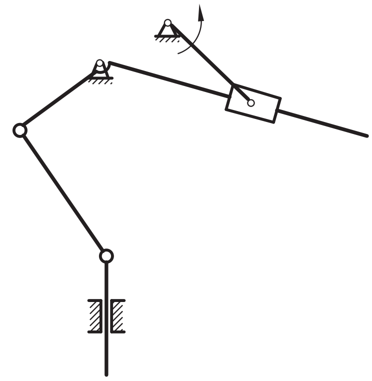
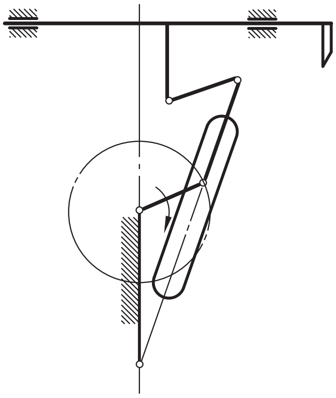
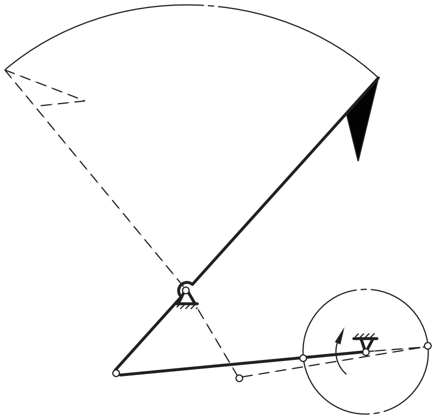
6）主动（输入）构件和输出构件可用规定符号标出其运动形式和方向。

表4-9列出了机构运动简图图例。

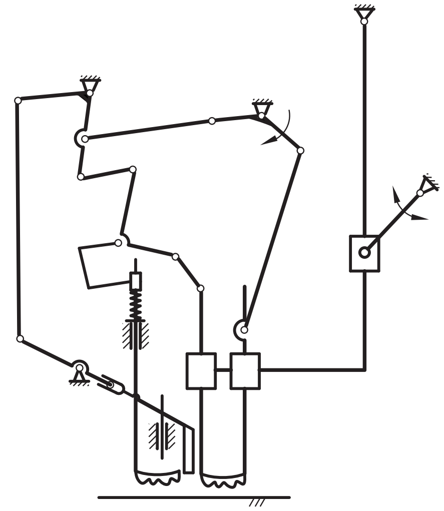
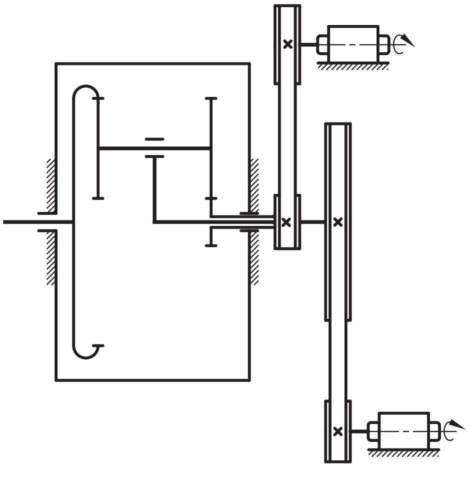
表4-9　机构运动简图图例

序号	名　　称	机构运动简图
1	小型压力机	

（续）

序号	名　　称	机构运动简图
2	冲床传动机构	
3	牛头刨床	
4	汽车前窗刮水器机构	

（续）

序号	名　　称	机构运动简图
5	缝纫机机针与上送料压脚综合送料机构	
6	测转速差的同步转速仪机构	

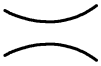
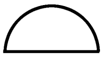
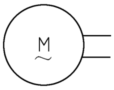
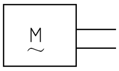
4.2　液压与气压传动图

液压与气压传动分别是以液压油和压缩空气作为工作介质，利用其压力能进行能量的传递和控制的传动方式。借助一些简捷明了的符号，设计者可以很直观地表达复杂的气压、液压传动系统。使用者也可以很方便地读懂系统图，了解系统的构成、工作原理和性能特点。

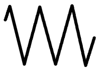
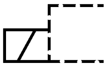
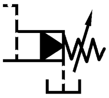
4.2.1　符号要素

符号要素是绘制液压与气压传动系统图的基本要素，包括基本线条和基本形状。由这些基本要素有机组合，构成表示各种气压、液压元件的符号，主要符号要素见表4-10。

表 4-10　符号要素

名　　称		符　　号	用　　途
线条	单实线	——	1)基本符号的轮廓线 2)主油路 3)主气路
	双实线	═══	杆件、轴
	虚线	– – – – – – – –	1)控制油路 2)泄漏油路 3)过滤器滤芯
	点画线	—·—·—	组合元件框线
	单箭头线	——→	1)元件可调节标志(变量泵、调速阀) 2)流体流经压力阀的通路和流向 3)流体流经换向阀的通路
	双弧线		阻尼通道
圆	大圆	○	液压泵、液压马达、空气压缩机框线
	中圆		压力表框线
	小圆		1)球阀芯(单向阀) 2)接线柱(压力继电器) 3)球头(手动换向阀) 4)滚轮(机动换向阀) 5)机械铰接
	圆点	●	油路、气路连接点
	半圆		摆动马达、摆动液压缸
正方形		□	压力阀框线
		◇	过滤器、分离器、油雾器、热交换器框线
长方形	大长方形	▭	液压缸、气缸框线
	小长方形		换向阀框线
三角形		▲	液压源
		△	气压源(压缩空气)
其他			电动马达
			非电动马达

（续）

名　　称	符　　号	用　　途
其他		弹簧
		电磁铁
		液压先导式压力控制阀

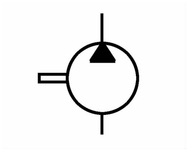
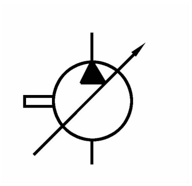
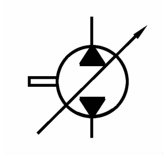
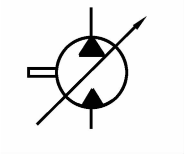
4.2.2　液压与气压传动元件符号

液压与气压元件是构成液压与气压传动系统的基本装置，包括动力元件、执行元件、控制元件和辅助元件四类。

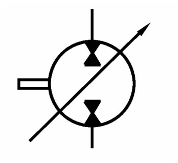
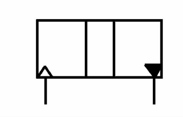
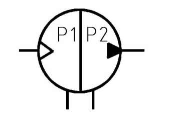
1. 液压传动元件符号

（1）液压动力元件　液压传动的动力元件主要是指各种形式的液压泵，由电动机、发动机等动力设备驱动，能将机械能转化为油液的压力能。液压传动的主要动力元件符号见表4-11。

表 4-11　主要液压动力元件符号

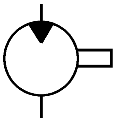
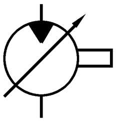
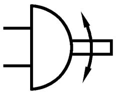
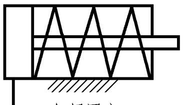
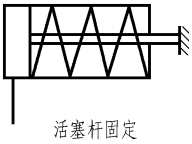
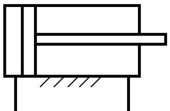
名　　称	符　　号	性能、特点	典型元件
单向定量液压泵		只能单向供油 排量不可调	内啮合齿轮泵、外啮合齿轮泵、双作用叶片泵
单向变量液压泵		只能单向供油 排量可调	单作用叶片泵、径向柱塞泵
双向变量液压泵		可以双向供油 排量可调	斜盘式轴向柱塞泵
单向变量液压泵/液压马达		可以单向供油/旋转 排量可调	单作用叶片泵/马达

（续）

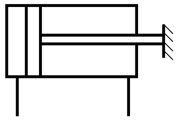
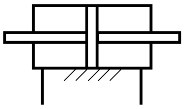
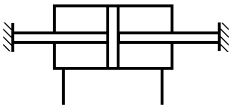
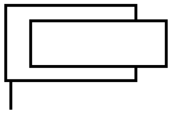
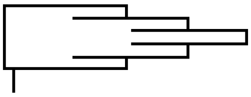
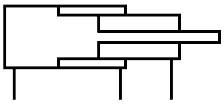
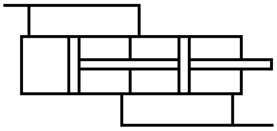
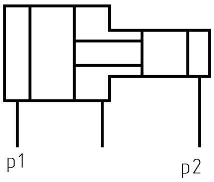
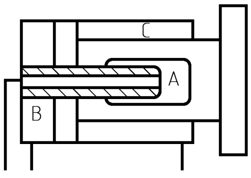
名　　称	符　　号	性能、特点	典 型 元 件
双向变量液压泵/液压马达		可以双向供油，排量可调，并可作为液压马达使用	斜盘式轴向柱塞泵
气液转换器		单作用压力介质转换器，将气体压力转换为等值的液体压力，或将液体压力转换为等值的气体压力	
连续增压器		连续地将气体压力能转换为液体压力能输出	

（2）液压执行元件　液压执行元件包括各种形式的液压马达、液压缸，可以在液压油的驱动下运动，将油液的压力能转化为机械能。其中，液压马达可以输出连续的转矩或往复摆动的转矩；液压缸可以做往复的直线运动。主要的液压执行元件符号见表 4-12。

表 4-12　主要的液压执行元件符号

名　　称				符　　号	特点、用途
液压马达	单向定量液压马达				只能单向旋转，排量不可调。例如外啮合齿轮马达、双作用叶片马达
	单向变量液压马达				只能单向旋转，排量可调。例如单作用叶片马达
	摆动马达				输出往复摆动的转矩
液压缸	活塞缸	单杆活塞缸	单作用式	 缸桶固定	单向动力驱动，回程要靠外力或自重。活动范围是其有效行程的 2 倍
				 活塞杆固定	
			双作用式	 缸桶固定	双向动力驱动，活动范围是其有效行程的 2 倍

（续）

名　称				符　号	特点、用途
液压缸	活塞缸	单杆活塞缸	双作用式	 活塞杆固定	双向动力驱动,活动范围是其有效行程的 2 倍
		双杆活塞缸		 缸桶固定	双向动力驱动,活动范围是其有效行程的 3 倍
				 活塞杆固定	双向动力驱动,活动范围是其有效行程的 2 倍
	单作用柱塞缸				单向动力驱动,回程靠自重,一般做成立式
	伸缩缸	单作用式			单向动力驱动,回程靠自重。逐级伸出可得到很大的轴向尺寸,逐级回缩便于设备运输或行走
		双作用式			双向动力驱动。逐级伸出可得到很大的轴向尺寸,逐级回缩便于设备运输或行走。例如起重机起重臂的伸缩
特种缸	增力缸				由两个活塞缸并联而成,在供油压力和缸径尺寸不变的情况下,较普通活塞缸有更大的输出作用力
	单作用式增压器				由一个单杆活塞缸和一个柱塞缸串联而成,配以相应的控制阀和辅助油箱。在供油压力不变的情况下,可以在输出端获得更高压力的液压油,但高压供油是间断的
	增速缸				在注油量一定时,液压缸进油腔的有效面积越小,其运行速度会越快。在给增速缸的 A 腔注油时,活塞右移,B 腔补油,C 腔排油,因为 A 腔的有效面积较小,因而活塞右移时速度较快

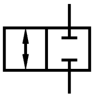
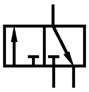
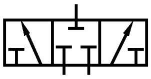
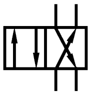
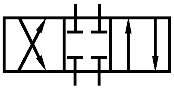
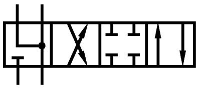
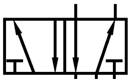
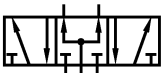
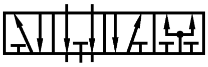
（3）液压控制元件　液压控制元件指各种形式的控制阀，包括方向控制阀、压力控制阀、流量控制阀，在系统中分别对液压油的流动方向、压力和流量进行控制，来满足系统的工作要求。

1）方向控制阀。包括单向阀和换向阀。其中换向阀的形式多种多样。

a. 换向阀的命名：__________位__________通__________控制方式。

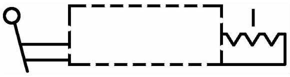
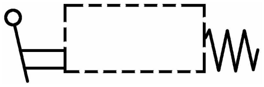
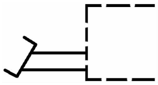
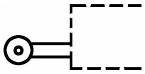
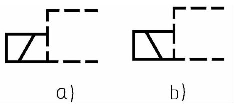
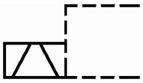
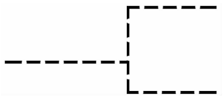
换向阀的“位”，在结构上是指阀芯相对于阀体的工作位置数，有二位、三位、四位之分；换向阀的“通”是指阀体上的主油口数，有二通、三通、四通、五通之分。其常见形式的符号见表 4-13。

表 4-13　换向阀的“位”“通”符号

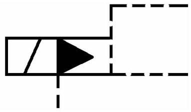
位 符号 通	二位	三位	四位
二通			
三通			
四通			
五通			

b. 换向阀的控制方式：有手动、踏板、机动、电磁、液动和电液复合控制，其对应符号见表 4-14。

表 4-14　换向阀的控制方式

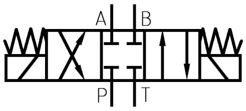
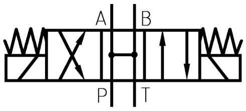
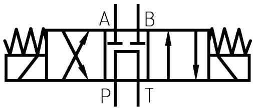
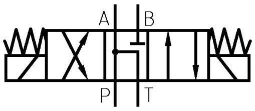
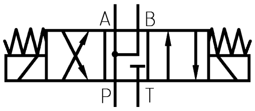
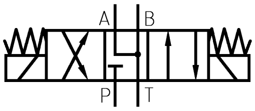
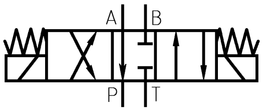
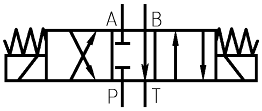
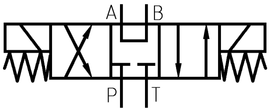
名　称	符　　号	特　　点
手动控制		手动操纵手柄实现换向阀换向，换向后可自锁
		手动操纵手柄实现换向阀换向，换向后松开手柄，阀芯可自动复位
踏板控制		通过踏板控制阀的换向
机动控制		执行元件运行到一定位置压下滚轮推杆实现换向，滚轮被松开后，阀自动复位
电磁控制		单作用电磁铁： 1）动作指向阀芯 2）动作背离阀芯
		双作用电磁铁，动作指向/背离阀芯
液动控制		通过具有一定压力的液压油驱动阀换向

（续）

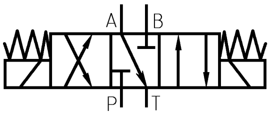
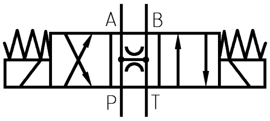
名　称	符　　号	特　　点
电液控制		由电磁先导阀和液动主阀构成。导阀控制用于驱动主阀芯的液压油，使主阀芯处于不同的工作位置，使主油路实现不通的连通方式

c. 换向阀的中位机能：是指三位阀的阀芯处于中间位置时，可以使油路有不同的连通形式，满足系统不同的工作需求。其中 P 表示进油口，T 表示回油口，A、B 表示工作油口。常用的中位机能符号及其特点见表 4-15。

表 4-15　常用的中位机能符号及其特点

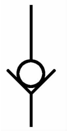
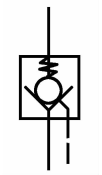
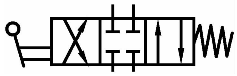
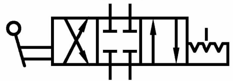
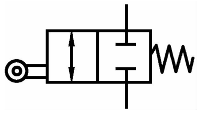
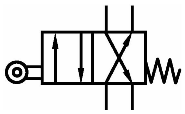
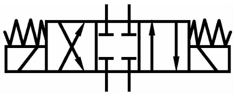
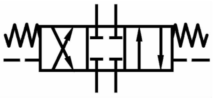
名　称	符　　号	特　　点
O 型中位机能		在中位时，各油口全封闭，油不流通，可以使执行装置处于锁紧状态，不能使泵卸荷；从停止到起动比较平稳，制动时易引起液压冲击，换向位置精度高
H 型中位机能		在中位时，各油口之间相互连通，可以使执行装置处于浮动状态，能使泵卸荷；从停止到起动有冲击
M 型中位机能		在中位时，A、B 油口封闭，P、T 油口连通，可以使执行装置处于锁紧状态，能使泵卸荷；从停止到起动比较平稳，制动时运动惯性引起液压冲击较大；可用于泵卸荷而液压缸锁紧的液压回路中
K 型中位机能		在中位时，A、P、T 油口连通，能使泵卸荷；两个方向换向时性能不同
P 型中位机能		在中位时，A、B、P 油口连通，可以使单杆活塞缸实现差动连接，不能使泵卸荷；从停止到起动比较平稳，制动时缸两腔均通压力油，故制动平稳；换向精度比 H 型的小，应用广泛
Y 型中位机能		在中位时，A、B、T 油口连通，可以使执行装置处于浮动状态，不能使泵卸荷；从停止到起动有些冲击，其冲击、制动性能介于 O 型与 H 型之间
C 型中位机能		在中位时，进油口 P 与工作油口 A 连通，而另一工作油口 B 与回油口 T 封闭，泵不能卸荷；从停止到起动比较平稳，制动时有较大冲击
J 型中位机能		在中位时，进油口 P 和工作油口 A 封闭，另一工作油口 B 与回油口 T 相连，泵不能卸荷；两个方向换向时性能不同
U 型中位机能		在中位时，A、B 油口相通，P、T 油口封闭，执行装置处于浮动状态，可在外力作用下运动，泵不能卸荷；从停止到起动比较平稳，制动时也比较平稳

（续）

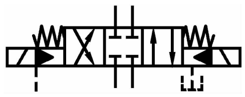
名　　称	符　　号	特　　点
N 型中位机能		在中位时,进油口 P 和工作油口 B 封闭,另一工作油口 A 与回油口 T 相连,泵不能卸荷
X 型中位机能		在中位时,A、B、P 油口都与 T 回油口相通,处于半开启状态,因节流口的存在,P 油口还保持一定的压力,泵不能卸荷;在滑阀移动到中位的瞬间使 P、A、B 油口与 T 油口半开启地接通,这样可以避免在换向过程中由于压力油口 P 突然封堵而引起的换向冲击,换向性能介于 O 型和 H 型之间

d. 方向控制阀的符号：常见符号见表 4-16。

表 4-16　常见方向控制阀

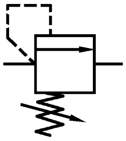
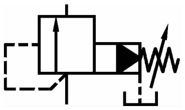
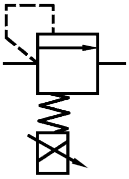
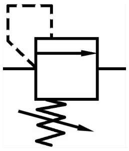
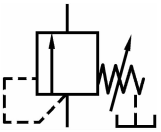
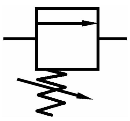
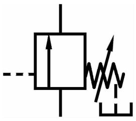
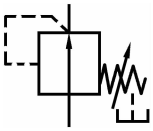
名　　称			符　　号	特　　点	应　　用
单向阀	普通单向阀			只能单向导通,反向截止	1)安装在泵的出口用于保护泵,或用于防干扰回路 2)做背压阀 3)与其他阀组成复合阀
	液控单向阀			在控制口未接通压力油时,相当于普通单向阀;在控制口接通压力油时,可以实现双向导通	1)利用其锥阀关闭的严密性,使油路长时间保压 2)安装在立式液压缸下腔的油路中,防止液压缸因自重而下滑 3) 用于液压缸的锁紧回路 4)配合滑阀的大流量排油 5)在立式液压缸系统中做充油阀 6)组合成换向阀
换向阀	三位四通手动换向阀		自动复位式  锁定式 	手动控制,有自动复位和锁定两种形式	一般用于自动化程度不高的机械设备
	机动换向阀	二位二通		利用执行元件的位置信号对阀芯进行控制	用于控制油路通断,实现执行元件快速、慢速的换接
		二位四通			用于控制油路换向,实现执行元件动作顺序的自动换接
	三位四通电磁换向阀			利用电磁铁的通、断电对阀芯进行控制	用于控制油路换向,实现执行元件动作顺序的自动换接
	三位四通液动换向阀			利用控制口的油液压力对阀芯进行控制	用于控制油路换向,实现执行元件动作顺序的自动换接

（续）

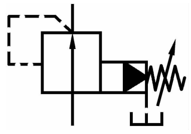
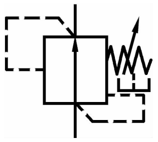
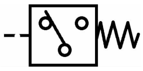
名称		符号	特点	应用
换向阀	三位四通 电液换向阀		主阀为液动阀，导阀为电磁阀，由导阀切换主阀的控制油路。符号显示主阀中位机能，导阀为Y型中位机能	用于控制油路换向，实现执行元件动作顺序的自动换接

2）压力控制阀。包括溢流阀、顺序阀、减压阀等，以控制口的油液压力为信号控制阀芯位置，使阀口打开、关闭，或改变阀口开度大小。压力控制阀的符号见表4-17。

表4-17　压力控制阀符号

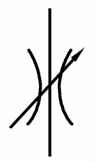
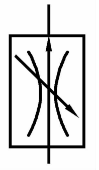
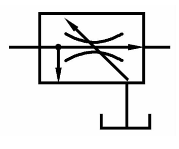
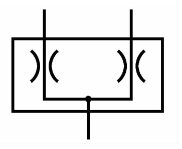
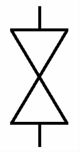
名称			符号	特点	应用
溢流阀	直动式			进口压力达到其调定压力时阀口打开溢流，并限定进口压力不变	1）限定系统压力 2）做安全阀 3）做背压阀
	先导式			调定压力由导阀限定。进口压力达到其调定压力时阀口打开溢流，并限定进口压力不变，调压偏差较直动式小	1）限定系统压力，与远程调压阀和换向阀组合实现多级调压 2）与二位二通换向阀组成卸荷阀
	比例电磁式			通过比例电磁铁控制溢流阀的限定压力	实现无级调压
顺序阀	内控式	内泄		当进口压力达到其调定压力时阀口打开	具备直动式溢流阀的作用
		外泄		当进口压力达到其调定压力时阀口打开，但不能限定进口压力	实现多个执行元件的顺序动作
	外控式	内泄		阀口开启与否取决于外控油路压力，与阀的进口压力无关	1）做卸荷阀 2）与单向阀组成平衡阀
		外泄		阀口开启与否取决于外控油路压力，与阀的进口压力无关	控制多个执行元件的顺序动作
减压阀	定值	直动式		有外泄口。在出口压力达到调定压力时阀口关小实现减压	串联在执行元件上游，使局部回路获得比动力源所提供的压力低的稳定压力

（续）

名称			符号	特点	应用
减压阀	定值	先导式		由导阀和主阀组成。在出口压力达到调定压力时阀口关小实现减压，调压偏差较直动式小	串联在执行元件上游，使局部回路获得比动力源所提供的压力低的稳定压力
	定差			阀芯位置受控于阀进口和出口的压力差，使得阀进出口压差恒定	与节流阀组成调速阀
压力继电器				将压力信号转变成电信号	通过感受局部压力信号的变化，使相应的电气元件得电或失电

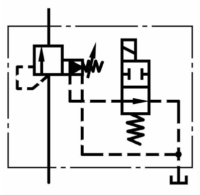
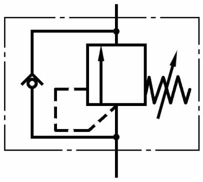
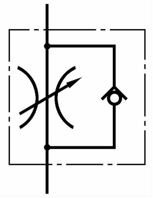
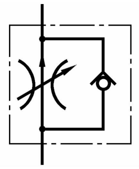
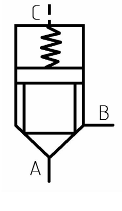
3）流量控制阀。包括节流阀、调速阀，通过调节阀的开口大小来改变经过的液体流量，达到调节执行元件运动速度的目的。分集流阀和截止阀在此也被列入流量阀的范畴。流量控制阀符号见表 4-18。

表 4-18 流量控制阀符号

名称	符号	特点	应用
节流阀		通过调整阀口开度可以调节过流量，但流量受阀进出口压差变化的影响，因而在变负载的系统中工作时，执行元件的速度不稳定	1）串联在执行元件的进、回油路上，与溢流阀、定量泵构成节流调速回路 2）做背压阀
调速阀		由节流阀和定差减压阀串联组成。在阀的进出口压差满足最小稳定压差时，定差减压阀可以在变负载的系统中仍保证节流阀的进出口压差不变，因而保证其过流量基本不变	1）与溢流阀、定量泵构成定压式节流调速回路 2）串联在执行元件的进油路上，与溢流阀、限压式变量泵构成容积节流调速回路
旁通调速阀（溢流节流阀）		由差压式溢流阀和节流阀并联组成。差压式溢流阀始终保证节流阀的进出口压差不变，因而保证其过流量基本不变。在负载变化时，能使泵的工作压力随之变化，从而保证较高的回路效率	并联在泵的出口，与溢流阀、定量泵构成变压式节流调速回路
分集流阀		将输入油液分成两路以相同流量输出	用于多缸同步回路
截止阀		可以将通道完全关闭	用于手动回油或排气

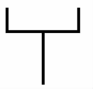
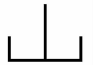
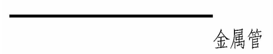
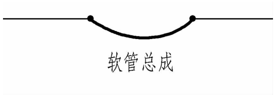
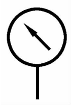
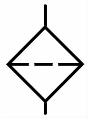
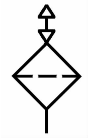
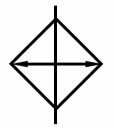
4）组合阀符号。一般是将两个基本控制阀有机地组合在一个阀体里，使其联合完成某种特定的功能。组合阀符号见表 4-19。

表 4-19　组合阀符号

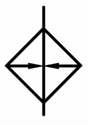
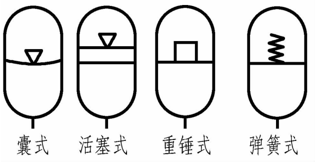
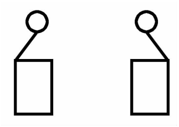
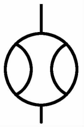
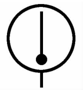
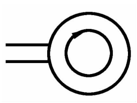
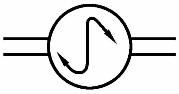
名　　称	符　　号	特　　点	应　　用
电磁溢流阀		由电磁阀控制先导式溢流阀的遥控口，使其接通油箱时即可使系统卸荷	做卸荷阀
单向顺序阀 （平衡阀）		由单向阀和内控内泄式顺序阀组成，两者通油方向相反	在立式液压缸的系统中做平衡阀，防止运动部件因自重而下滑。单向阀可使油路实现反向导通
单向节流阀		由单向阀和节流阀组成	节流阀控制执行元件工进时的流量；单向阀与其反向并联，使执行元件快退
单向调速阀		由单向阀和调速阀组成	调速阀控制执行元件工进时的流量；单向阀与其反向并联，使执行元件快退
插装阀		以二通型单向元件为主体，采用不同的盖板组成插装阀系统，能完成普通液压阀的功能，且其流动阻力小、通流能力大、结构更紧凑	选择适当的插装元件与不同的控制盖板和不同的先导控制阀连接，可以组成各种功能的大流量插装阀，分别实现液压油的方向、压力和流量控制

（4）液压辅助元件　液压传动系统中的辅助元件不直接参与系统能量的传递与控制，但又必不可少，如油箱、油管、压力表、过滤器等。常用的液压辅助元件见表 4-20。

表 4-20　常用的液压辅助元件

名称		符号	用途
液压传动辅助元件	油箱		用于储存液压油并接收系统的回油和泄漏油
			安装在高处，利用势能自动给某些需要吸油的负压油腔补油
	油管		用于固定元件间的连接
			用于连接运动元件
	压力表		检测系统压力
	过滤器		用于过滤液压油
	油箱通气过滤器		安装在油箱注油口处，使油箱通气并隔尘
	冷却器		降低液压油的温度，防止系统过热

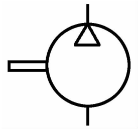
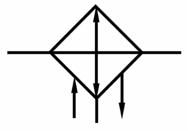
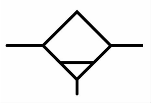
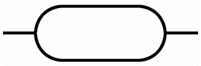
（续）

名　　称		符　　号	用　　途
液压传动辅助元件	加热器		在寒冷环境下对液压油进行加热，使其保证适宜的黏度
	蓄能器		储存压力油，可用作辅助动力源，或安装在容易产生液压冲击的部位用于吸收压力冲击波
	行程开关		由执行元件的触头运动到一定行程触碰切换，控制相关电气元件通电或断电
其他	流量计		计量流体的流量
	温度计		测量流体的温度
	转速仪		测量设备转速
	转矩仪		测量设备转矩

2. 气压传动元件符号

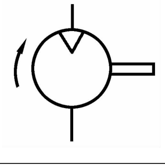
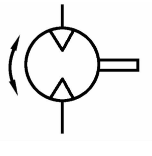
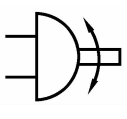
（1）气源装置　气源装置为气动系统提供满足一定质量要求的压缩空气。气源装置主要组成部分的符号见表4-21。

表 4-21　气源装置符号

名　　称	符　　号	说　　明
空气压缩机		是气压发生装置，由动力机带动，将机械能转换成气体压力能
后冷却器		安装在压缩机出口，将压缩机出来的高温气体冷却。有蛇形管式和列管式
油水分离器		分离压缩空气中的水分和油分等杂质，使压缩空气得到初步净化。有离心式和撞击折回式等
储气罐		储存经过净化处理的压缩空气，同时可以调节气流，减少输出气流的压力脉动，使输出气流具有流量连续性和气压稳定性

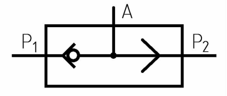
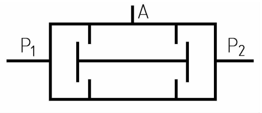
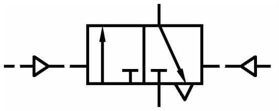
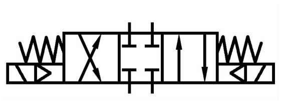
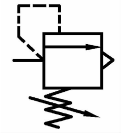
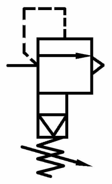
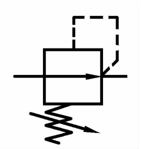
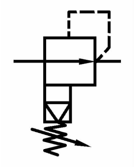
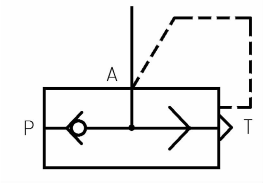
（2）气动执行元件　气动执行元件包括各种形式的气动马达、气缸，可以在压缩空气的驱动下运动，将压缩气体的压力能转化为机械能。其中主要执行元件的符号见表 4-22，由于气缸的符号与液压缸符号相同，表中不再列出。

表 4-22　气动执行元件符号

名　　称		符　　号	特点、用途
气缸		同液压缸	—
气动马达	单向		只能单向旋转，排量不可调。在压缩空气的驱动下向外输出连续的转矩
	双向		可以双向旋转，排量不可调
	摆动马达		在压缩空气的驱动下向外输出往复摆动的转矩

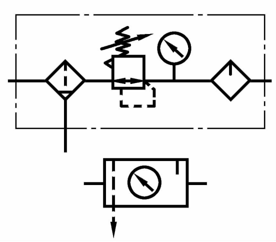
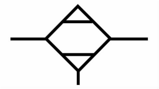
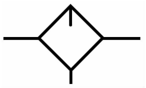
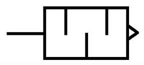
（3）气动控制元件　气动控制元件按照作用分为方向控制阀、压力控制阀和流量控制阀三类，其中方向控制阀和流量控制阀中同液压控制阀符号相同的部分表 4-23 中不再列出。

表 4-23　气动控制阀

名称			符号	说明
单向阀	或门型梭阀			相当于两个单向阀的组合，有两个输入口 P_1、P_2 和一个输出口 A，阀芯在两个方向上起单向阀作用。使用时压力高的一侧自动与 A 口接通，若两侧压力相同，则先加入压力一侧与 A 口接通。
	与门型梭阀			相当于两个单向阀的组合，有两个输入口 P_1、P_2 和一个输出口 A。只有当两个入口同时有压力输入时，A 口才有输出，且是低压侧与出口 A 接通
换向阀	二位三通气动换向阀			通过具有一定压力的压缩空气驱动阀换向，实现气缸的往复运动
	电磁先导气动换向阀			由电磁先导阀和气动主阀构成。导阀控制用于驱动主阀芯的压缩气体，使主阀芯处于不同的工作位置，使气路实现不通的连通方式
压力控制阀	溢流阀	直动式		进口压力达到其调定压力时阀口打开溢流，并限定进口压力不变。在系统中起到安全保护作用
		先导式		调定压力由导阀限定。进口压力达到其调定压力时阀口打开溢流，并限定进口压力不变，调压偏差较直动式小
	减压阀	直动式		串联在执行元件上游，使局部回路获得比动力源所提供的压力低的稳定压力。在应用中一般与过滤器和油雾器组成气动三联件
		先导式		
	快速排气阀			P 接气源，A 接执行元件，T 通大气。当 P 有压缩空气输入时，推动阀芯右移、P 与 A 通，给执行元件供气；当 P 无压缩空气输入时，执行元件中的气体通过 A 使阀芯左移，堵住 P、A 通路，同时打开 A、T 通路，气体通过 T 快速排出。快速排气阀常装在换向阀和气缸之间，使气缸的排气不用通过换向阀而快速排出，从而加快了气缸往复运动速度，缩短了工作周期

（4）气动辅助元件　气压传动系统中的辅助元件包括气动三联件、油雾器、消声器、报警器等。常用的辅助元件见表 4-24。

表 4-24　常用的辅助元件

名称	符　　号	说　　明
气动三联件		由过滤器、减压阀和油雾器组成，带有压力表。可以过滤压缩空气中的杂质，控制系统压力，给下游元件补给润滑油。左边上图为详细示意图，下图为简化符号
空气干燥器		去除压缩空气中的水分
油雾器		利用射吸原理向压缩空气中添加雾态润滑油，以润滑下游的工作元件
消声器		安装在换向阀的排气出口，高压气体通过消声器时，气流受到吸声材料的阻碍，声能量被部分吸收而转化成热能，从而降低了噪声强度，消除排气噪声。有吸收型消声器、膨胀干涉型消声器和膨胀干涉吸收型消声器

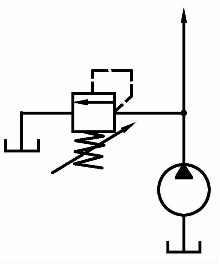
4.2.3　液压与气压传动基本回路

1. 液压传动基本回路

将液压元件进行有机组合，能够完成一定功能的油路结构称为液压基本回路。

（1）压力控制回路　压力控制回路是将压力控制阀设置在特定的位置，利用压力控制阀在不同工况时的不同状态实现对系统的控制。常见的压力控制回路包括调压回路、减压回路、增压回路、卸荷回路、保压回路、平衡回路等，回路图见表 4-25 ~ 表 4-29。

表 4-25　调压回路

名称		回　路　图	说　　明
调压回路	单级调压回路		将直动式溢流阀并联在液压泵的出口，在回路的工作压力达到溢流阀的调定压力时，溢流阀打开溢流，并限定液压泵的供油压力

（续）

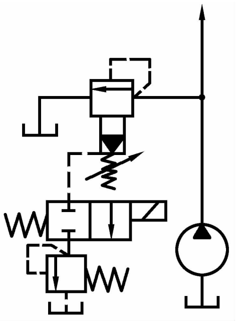
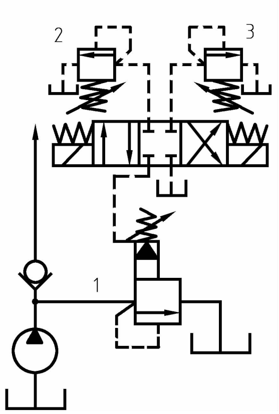
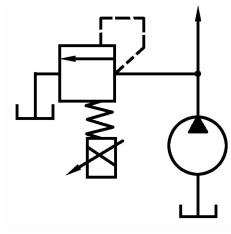
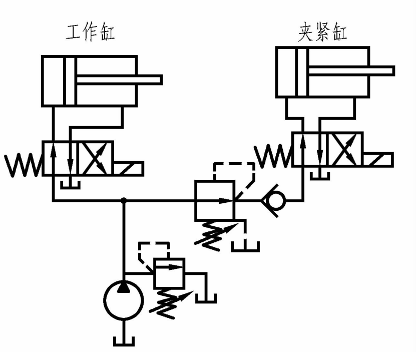
名称		回 路 图	说 明
调压回路	二级调压回路		将先导式溢流阀并联在液压泵的出口，其遥控口经二位二通电磁阀接通一远程调压阀（直动式溢流阀）。换向阀原位时，系统压力由先导式溢流阀限定；换向阀换位时，系统压力由远程调压阀限定，由此可以获得二级调压。注意，远程调压阀的调定压力要低于先导式溢流阀
	三级调压回路		将先导式溢流阀1并联在液压泵的出口，其遥控口经三位四通电磁阀分别接通两个远程调压阀2、3。换向阀的电磁铁都不得电而处于中位时，系统压力由先导式溢流阀1调定；换向阀左位得电时，系统压力由远程调压阀2限定；换向阀右位得电时，系统压力由远程调压阀3限定，由此可以获得三级调压。注意，远程调压阀的调定压力要低于先导式溢流阀
	无级调压回路		将比例式溢流阀并联在液压泵的出口，可以在一定范围内连续调节液压泵的供油压力

表 4-26　减压回路

名称		回 路 图	说 明
减压回路	一级减压回路		在液压系统中，当某支路需要比动力源所提供的压力低的稳定压力时，可以采用一级减压回路。图示回路中，液压泵的最高压力由溢流阀限定，夹紧缸的夹紧力由减压阀限定，从而可以避免损坏工件表面

（续）

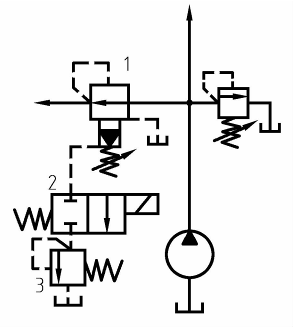
名称		回路图	说明
减压回路	二级减压回路		在减压阀1的遥控口通过一个二位二通电磁阀接通远程调压阀。当电磁铁没有通电，减压阀的遥控口没有接通远程调压阀时，减压阀的出口压力由它自己限定；当电磁铁通电，减压阀的遥控口接通远程调压阀时，减压阀的出口压力由远程调压阀限定

表 4-27　增压回路

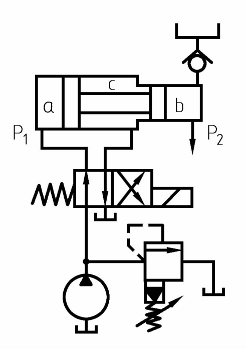
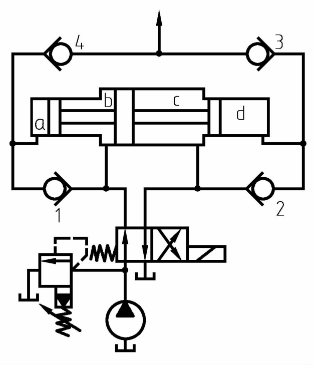
名称	回路图	说明
单作用增压回路		适用于液压缸单方向需要很大压力的场合。图示状态下，低压油进入增压器a腔，c腔油排回油箱，b腔排出高压油；换向阀得电时，低压油进入c腔，a腔油排回油箱，b腔经单向阀从副油箱补油
双作用增压回路		可连续提供高压油。图示状态下，低压油进入增压器a、b腔，活塞组件右移，c腔油回油箱，d腔经单向阀3排出高压油；换向阀得电时，低压油进入c、d腔，活塞组件左移，b腔油排回油箱，a腔经单向阀4排出高压油

表 4-28　卸荷回路

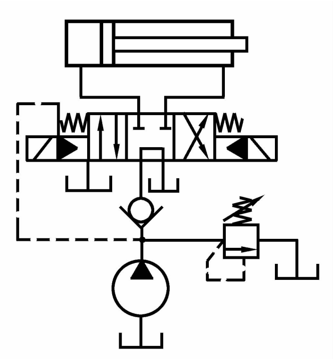
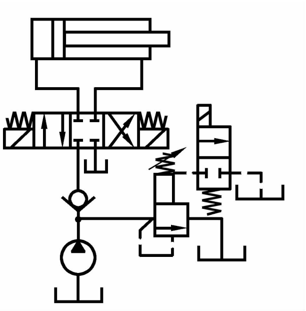
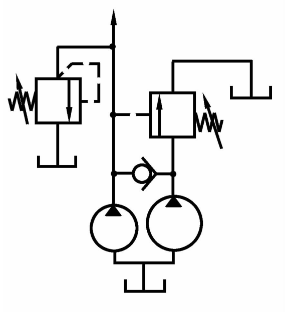
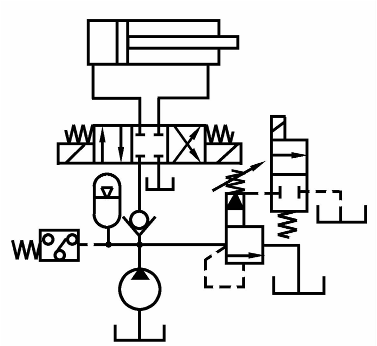
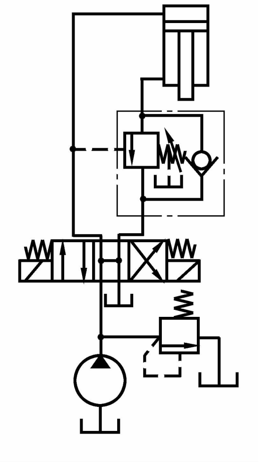
名称	回　路　图	说　　明
换向阀中位卸荷		在执行元件不工作时，使换向阀恢复中位，利用其 M 型中位机能进行卸荷。根据需要，中位机能还可以换成 H 型或 K 型
电磁溢流阀卸荷		卸荷阀由先导式溢流阀和一个二位二通电磁换向阀组成。二位阀电磁铁不得电时，溢流阀遥控口未接通油箱，泵不卸荷；二位阀电磁铁得电时，溢流阀遥控口接通油箱，阀口打开使泵卸荷
外控式顺序阀卸荷		双泵供油回路中，当执行元件快进时，回路压力较低，顺序阀处于关闭状态，右侧的低压大流量泵排出的油经单向阀与高压小流量泵的供油汇合，供给执行元件；当执行元件工进时，回路压力升高，使顺序阀打开，右侧的低压大流量泵卸荷，单向阀关闭，高压小流量泵单独供油

表 4-29　保压回路和平衡回路

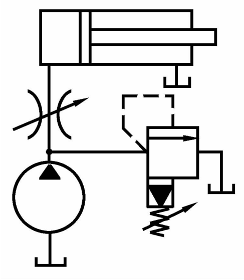
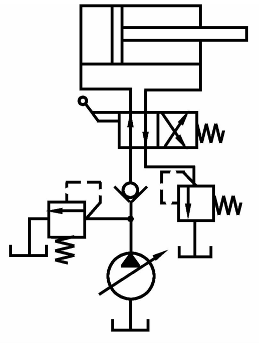
名称	回　路　图	说　　明
保压回路		某些系统需要执行元件到达工作位后保压一段时间。图中三位滑阀左位得电时，液压油进入液压缸左腔，活塞右移，到达终点后活塞不再动，泵给蓄能器补油，之后回路压力开始上升，达到压力继电器的限定压力时，压力继电器动作使二位二通电磁换向阀的电磁铁得电，二位阀切换使上位处于工作位，溢流阀遥控口接通油箱使泵卸荷。此时由蓄能器补偿泄漏以保持回路压力

（续）

名称	回　路　图	说　　明
平衡回路		为防止立式液压缸与竖直工作部件由于自重而自行下滑，或在下行运动中由于自重而造成超速运动，可采用平衡回路。图示回路中，只有当左侧油路有一定压力时，顺序阀才打开，使液压缸下腔回油；若活塞下行速度过快，则左侧油路压力会下降使外控式顺序阀关闭，从而使液压缸下腔不能回油而防止出现加速下滑。也可以采用内控式顺序阀代替外控式顺序阀

（2）速度控制回路　速度控制回路通过流量控制阀、变量泵或变量马达来改变流入或流出执行元件的流量，达到调节执行元件运行速度的目的。常见的速度控制回路包括调速回路、增速回路、速度换接回路，其回路图见表 4-30 ~ 表 4-32。

表 4-30　调速回路

名称	回　路　图	说　　明
节流调速回路		节流阀调节流入或流出执行元件的流量，从而控制其运行速度。按照流量阀所在位置分为进口节流、出口节流和旁路节流，左图所示为进口节流调速回路
容积调速回路		调节变量泵的供油量，改变进入执行元件的流量，从而控制执行元件的运行速度。还可以是变量泵与定量马达的组合

（续）

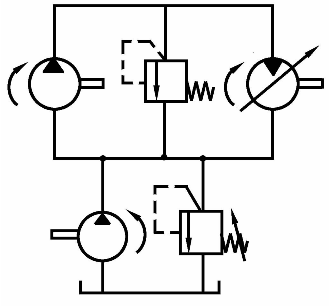
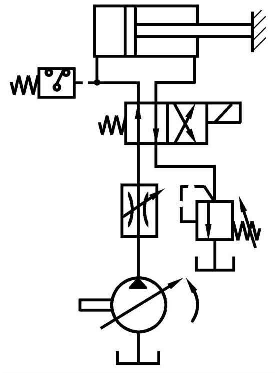
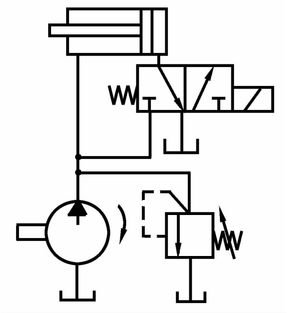
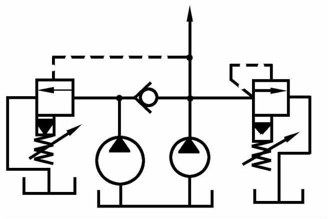
名称	回　路　图	说　　明
容积调速回路		调节变量马达的排量，改变其转速。还可以是变量泵与变量马达的组合
容积节流调速回路		使变量泵的供油量自动与调速阀的限定流量相匹配，从而控制执行元件的运行速度

表 4-31　增速回路

名称	回　路　图	说　　明
差动连接增速回路		二位阀的电磁铁通电时，单杆活塞缸便实现差动连接。此时泵的供油进入缸的右腔，而左腔排出的油也进入右腔，可以在不改变泵的供油量的前提下提高活塞运行速度
双泵供油增速回路		执行元件快进时，因为承受的负载很小，所以回路压力很低，此时左面的卸荷阀没有打开，两个泵一起供油，所以执行元件运动速度很快

（续）

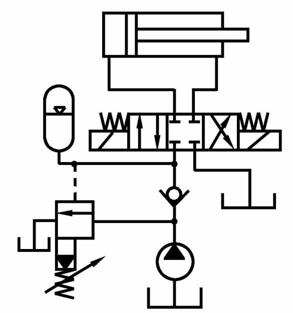
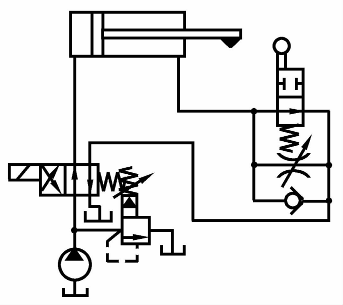
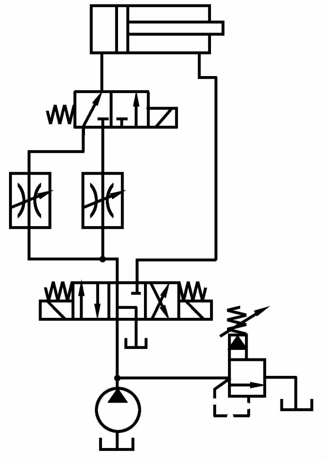
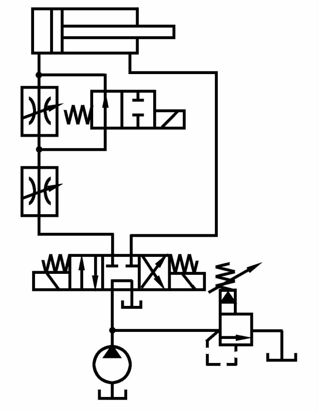
名称	回　路　图	说　　明
蓄能器辅助供油增速回路		换向阀左侧电磁铁通电时，左位接通，泵和蓄能器一起给液压缸供油，所以活塞快速运行；活塞运行到终点后，液压泵给蓄能器补油，回路压力达到顺序阀调定压力时，顺序阀打开使泵卸荷

表 4-32　速度换接回路

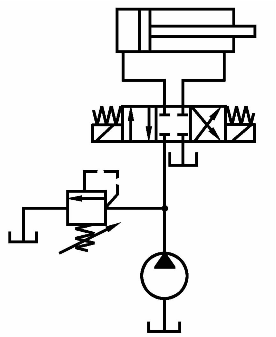
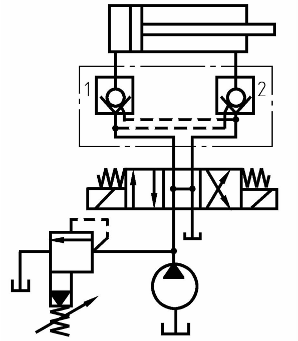
名称	回　路　图	说　　明
快速与慢速换接回路		活塞开始右移时，活塞杆没有触到行程阀，右腔回油直接经行程阀流回油箱，此时液压缸进、回油路均没有流量限制，活塞快速运行；当活塞杆将行程阀压下时，右腔回油经节流阀流回油箱，其流量受到限制，活塞转为慢速运行，此时液压泵出口处的溢流阀打开分流
慢速与慢速换接回路		两个调速阀并联，可以独立地调节各自的流量，互不影响。换接时，工作部件有前冲现象。较少用于工作过程中的速度换接

（续）

名称	回　路　图	说　　明
慢速与慢速换接回路		两个调速阀串联，下游调速阀的流量调定值必须小于上游调速阀。速度换接平稳性较好，但能量损失较大

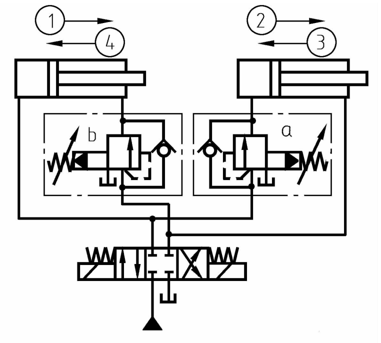
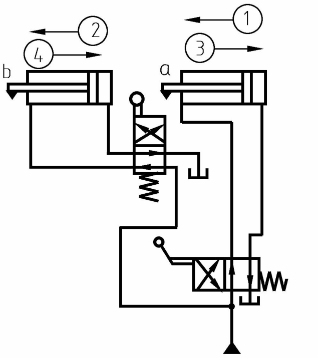
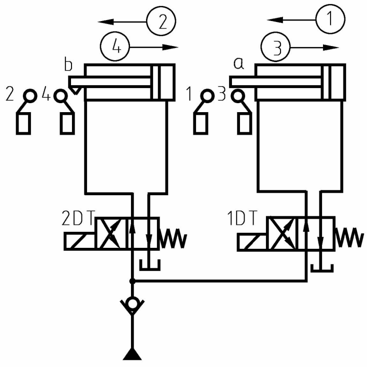
（3）方向控制回路　方向控制回路通过方向控制阀实现执行元件的进、退、停止（锁紧）等动作，其回路图见表 4-33。

表 4-33　方向控制回路

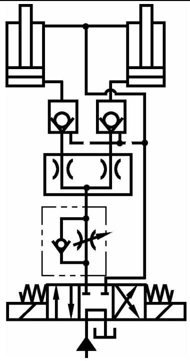
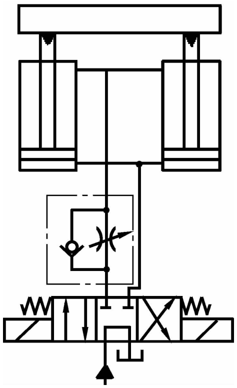
名称	回　路　图	说　　明
换向回路		液压缸需要往复运动，有时要求在某一位置停止，可以用换向阀进行控制。当换向阀处于中位时，液压缸不动；当换向阀左侧电磁铁通电时，换向阀左位接通，活塞右移；当左侧电磁铁断电而右侧电磁铁通电时，换向阀右位接通，活塞退回
锁紧回路		液压系统要求执行元件在任意位置锁止时，可以采用锁紧回路。换向阀左侧电磁铁通电时，换向阀左位接通，液压油经液控单向阀 1 进入缸左腔，此时阀 2 的控制油口接通左侧压力油，所以阀 2 反向导通，活塞右移；当换向阀切换到中位时，阀 2 控制口压力下降为零，阀 1、2 迅速关闭，液压缸被锁止不动。活塞退回过程中亦可在任意位置锁止

（4）多缸工作回路 多缸工作回路通过方向控制阀、压力控制阀、行程开关等的协同配合，实现多个执行元件的顺序动作、同步工作等，其回路图见表 4-34。

表 4-34 多缸工作回路

名称		回 路 图	说 明
顺序动作回路	压力信号控制		换向阀左侧电磁铁通电时，左位接通，泵给左侧液压缸供油，实现动作①；动作①结束后，回路压力上升，达到顺序阀 a 的调定压力时，a 阀打开，实现动作②；动作②结束后，切换换向阀使其右位接通，实现动作③，待动作③结束，顺序阀 2 打开，开始动作④
	位置信号控制		手动换向阀左侧接通，泵给 a 缸供油，实现动作①；动作①结束后，行程阀被压下，实现动作②；动作②结束后，切换手动换向阀使其右位接通，实现动作③，行程阀被松开，动作④开始
		 ② ④ ① ③ b a 2 4 1 3 2DT 1DT	1DT 得电时，该阀左侧接通，泵给 a 缸供油，实现动作①；动作①结束时活塞杆触到开关 1，使 2DT 得电，实现动作②；动作②结束后开关 2 被触动，使 1DT 失电，实现动作③；动作③结束时开关 3 被触动使 2DT 断电，动作④开始

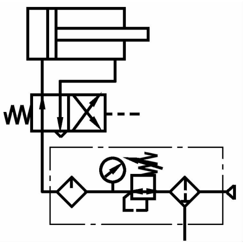
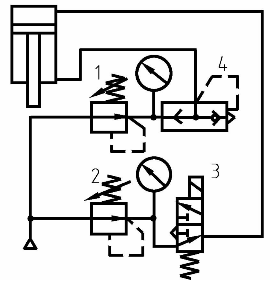
（续）

名称		回　路　图	说　　明
同步回路	分集流阀控制		利用分集流阀使油液均匀地分配到左右两缸，使两个液压缸同步运行
	液压缸刚性连接		将两个规格相同的液压缸运用机械装置（如齿轮或刚性梁）将其活塞杆连接在一起，使它们的运动相互牵制而达到同步，此种同步方法简单，工作可靠。不宜用在两缸距离过大或两缸负载差别过大的场合

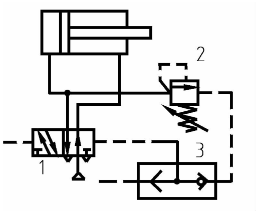
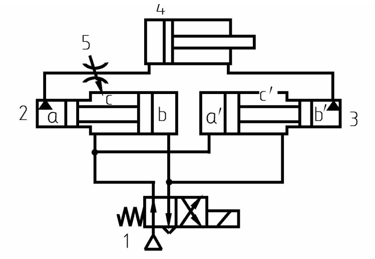
2. 气压传动基本回路

（1）压力控制回路　气压传动的压力控制回路可以实现执行元件进气压力的调节、过载保护、进气增压等，常见的压力控制回路见表 4-35。

表 4-35　常见的压力控制回路

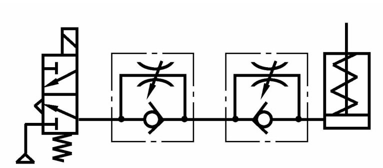
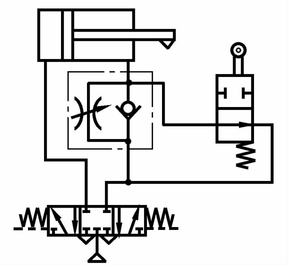
名称		回　路　图	说　　明
调压回路	单级调压回路		压缩空气经气动三联件的过滤、减压等处理后以稳定的压力进入气缸，驱动气缸往复运行
	二级调压回路		图示的二级调压回路中，在气缸活塞上升过程中，阀 3 电磁铁得电，其上位接通，此时有杆腔进气，进气压力由减压阀 1 调定，上腔气体经阀 3 排出；在活塞下降过程中，阀 3 电磁铁失电，其下位接通，此时无杆腔进气，进气压力由减压阀 2 调定，有杆腔气体经快速排气阀排出。活塞上、下行过程中有不同的供气压力，满足工作进程和工作回程不同的负载要求

（续）

名称	回　路　图	说　　明
过载保护回路		在主控阀 1 左位接入时，压缩空气进入气缸左腔，推动气缸活塞杆右移。当活塞杆右移途中遇到障碍时，气缸左腔压力升高，顺序阀 2 打开，压缩气体经梭阀 3 使主控阀 1 右位接入，压缩气体输入气缸右腔而使气缸退回，保护设备的安全
增压回路		图示为双增压回路。当阀 1 的电磁铁得电时，压缩气体经电磁阀 1 进入增压器 2 的 b 腔，推动活塞组件左移，使 a 腔的液压油以更高的压力进入液压缸 4 的无杆腔，推动活塞右移；当阀 1 的电磁铁失电时，压缩气体经电磁阀 1 进入增压器 3 的 a′腔，推动活塞组件右移，使 b′腔的液压油以更高的压力进入液压缸 4 的有杆腔，推动活塞左移。工作缸 4 在工作进程和回程都能得到高压

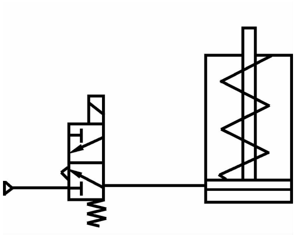
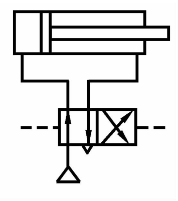
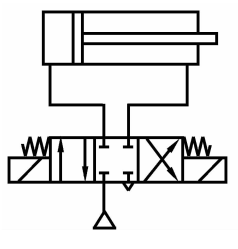
（2）速度控制回路　气压传动的速度控制回路利用流量阀控制进入或排出执行元件的气体流量，从而达到调节其运行速度的目的，常见的速度控制回路见表 4-36。

表 4-36　常见的速度控制回路

名称	回　路　图	说　　明
节流调速回路		图示是采用单向节流阀实现节流调速的速度控制回路，通过调节节流阀的开度来调节进入或排出气缸的压缩气体的流量，从而对气缸往复运动的速度进行控制
速度换接回路		当三位阀左侧控制口接通高压气体时，阀左位处于工作位，压缩气体经换向阀进入气缸左腔，活塞右移，右腔气体经行程阀排出，因为没有流量控制，所以活塞快进；当活塞右移触到行程阀时，行程阀被压下，右腔气体需经节流阀排出，所以活塞速度减慢

（3）方向控制回路　气压传动的方向控制回路利用二位或三位换向阀实现执行元件的进、退或任意位置停止，常见的方向控制回路见表 4-37。

表 4-37　常见的方向控制回路

名称		回路图	说明
单作用气缸换向回路			二位三通电磁阀的电磁铁通电时，电磁阀换向，压缩气体经换向阀进入活塞缸下腔，活塞上移，弹簧被压缩；电磁铁断电后，下腔压缩气体经换向阀排出，活塞在弹簧作用下复位
双作用气缸换向回路	二位换向阀控制		换向阀左侧控制口接通高压气体时，换向阀左位接通，压缩气体经换向阀进入气缸无杆腔，活塞在高压气体推动下右移，右腔气体经换向阀排出；换向阀右侧控制口接通高压气体时，换向阀右位接通，压缩气体经换向阀进入气缸有杆腔，活塞在高压气体推动下左移，左腔气体经换向阀排出。如此，气缸活塞在压缩气体的作用下实现往复运动
	三位换向阀控制		换向阀左侧电磁铁得电时，换向阀左位接通，压缩气体经换向阀进入气缸无杆腔，活塞在高压气体推动下右移，右腔气体经换向阀排出；换向阀右侧电磁铁得电时，换向阀右位接通，压缩气体经换向阀进入气缸有杆腔，活塞在高压气体推动下左移，左腔气体经换向阀排出；换向阀左右两侧电磁铁都不得电时，换向阀中位处于工作位，活塞保持不动。如此，气缸活塞在压缩气体的作用下实现往复运动，并在换向阀回复中位时在任意位置停止

4.2.4　典型的液压、气压传动系统

绘制液压或气压传动系统图时应注意以下几点：

1） 要根据具体情况选用控制阀、逻辑元件等来实现动力的传递和控制。

2） 若无特别说明，系统原理图上各种形式的换向阀、压力阀、压力继电器等的连接位置应按其不受任何控制的常态位置绘制。

3） 控制回路的连接一般用虚线表示，对较复杂的系统为防止连线过乱，建议用细实线代替虚线。

4）绘制系统原理图时，应在图上写明工作程序对操作要求的说明。

5）通常将系统全部执行元件都水平排列，执行元件下面画出相应的控制阀，行程阀直观地画在缸的活塞杆伸出、缩回对应的位置上。

1. 液压传动系统

图 4-1 所示为一液压传动系统。液压缸 A 为夹紧缸，液压缸 B 为工作缸。该系统可以实现夹紧缸 A 先动作，待缸 A可靠夹紧后，压力继电器动作，使缸 B 动作；缸 B 在双泵供油及差动连接的增速方式下快进；待缸 B 压下行程阀后，快进油路被切断，压力油只能通过节流阀进入缸 B，因而速度减慢，达到慢速工进的状态，同时解除双泵供油和差动连接；工进结束后，切换主油路的换向阀，缸 B 做快退运动；主阀恢复到中位，缸 B 停止，缸 A 再退回。

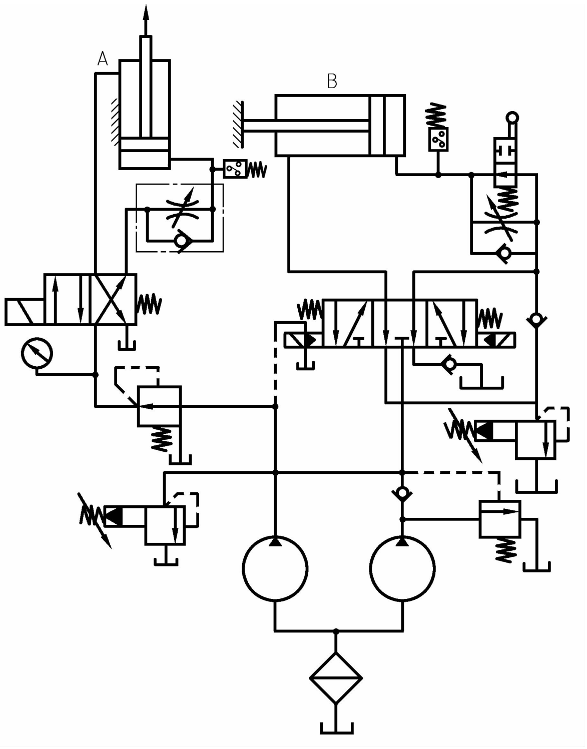


图 4-1　液压传动系统示例

2. 气压传动系统

图 4-2 所示为两气缸顺序动作的气压传动系统。两气缸的顺序动作可以通过压力信号控制实现，也可以通过位置信号控制实现。本系统采用的控制方式是将行程阀设置在既定的位置上，通过气缸活塞杆的移动位置来控制相应的二位三通行程阀，使之切换或复位，从而使 A、B 两缸实现 $A_1B_1B_0A_0$ 的动作顺序。

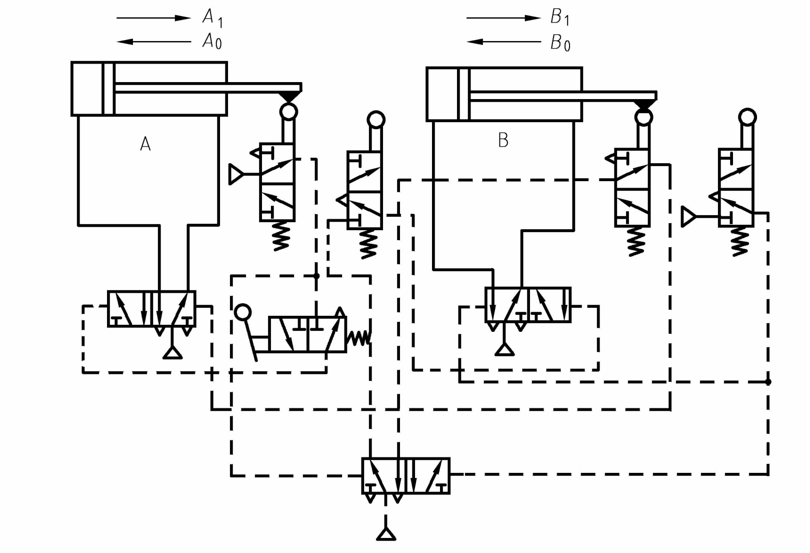


图 4-2　气压传动系统示例

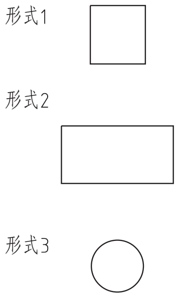
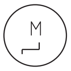
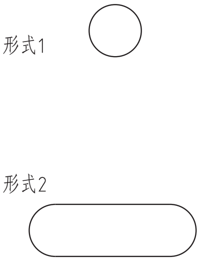
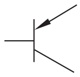
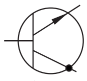
4.3　电气工程图

电气工程图（俗称电气图）通常是指用图形符号、带注释的围框或简化外形，表示各组成部分之间相互关系及连接关系的一种简图，其主要作用是阐述电气设备及设施的工作原理、描述产品构成和功能或提供装接信息。电气工程图的种类很多，GB/T 6988.1—2008 经简化、合并，将电气工程图划分为概略图、功能图、电路图、接线图、布置图和接线表，上述电气工程图主要是通过图形符号来表达产品功能和项目间的关系。

4.3.1　常用电气图用图形符号

电气图用图形符号是构成电气工程图的基本单元，通常由符号要素、限定符号和框形符号组成。电气图形符号种类繁多，GB/T 4728《电气简图用图形符号》将其分为十一大类：符号要素，导体和连接件，基本无源元件，半导体管和电子管，电能的发生和转换，开关、控制和保护器件，测量仪表、灯和信号器件，电信——交换和外围设备，电信——传输、建筑安装平面布置图，二进制逻辑元件，模拟元件。电气简图常用图形符号见表 4-38 ～表 4-45。

表 4-38　电气简图常用图形符号——符号要素

图形符号	名称及说明
	物件，例如设备、器件、功能单元、元件、功能。 符号轮廓内应填入或加上适当的符号或代号，以表示物件的类别。如  步进电动机一般符号
	外壳、球或箱罩 如设计需要可采用其他形状的轮廓。 如果罩具有特殊的防护功能，可加注以引起注意。 若肯定不会引起混乱，外壳可省略。如果外壳与其他物件有连接，则必须绘制外壳，如：  PNP半导体管  集电极接管壳的NPN半导体管 必要时，管壳可断开画出

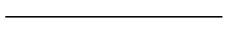
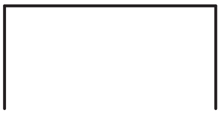
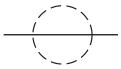
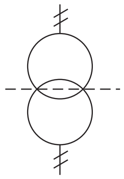
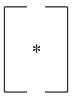
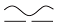
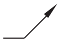
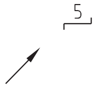
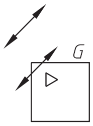
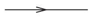
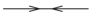
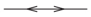
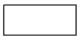
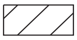
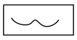
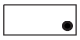
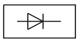
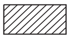
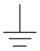
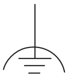
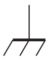
图形符号	名称及说明
	边界线 用于表示物理上、机械上或功能上相互关联的对象组的边界
	屏蔽 为了减弱电场或电磁场的穿透程度，屏蔽符号可以画成任何方便的形状，如：  屏蔽导体  绕组间有屏蔽的双绕组单向变压器
	防止无意识直接接触，一般符号 星号“＊”应由无意识直接接触防护的设备或器件的符号代替

表 4-39 电气简图常用图形符号——限定符号和常用的其他符号

图形符号	名称及说明	图形符号	名称及说明
形式1 ⎓ 形式2 DC	直流 电压标注在符号右边,系统类型标注在符号左边。如 2/M ⎓ 220/110V 2/M DC 220/110V 表示电压 220V/110V 两线带中间线的直流系统	形式1 ～ 形式2 AC	交流 频率值或频率范围可标注在符号的右边,如交流,50Hz ～50Hz AC 50Hz 如交流,频率范围 100～600kHz ～100～600kHz AC 100～600kHz
～ 50Hz	交流(示出频率)		具有交流分量的整流电流(需要区别整流和整流电流时使用)
+	正极性	-	负极性
N	中性(中性线)	M	中间线
	可调节性,一般符号		非线性可调
	步进动作 可加注数字表示步进数		表示可步进调节 5 步
	自动控制 被控制量可标注在符号旁 示例:自动增益控制放大器		单向传送,单向流动,如能量、信号、信息
			同时双向传输 表示同时发送和接收
			非同时双向传输 表示交替发送和接收
	材料 未规定类型		固体材料
	液体材料		气体材料
	半导体材料		绝缘材料
	热效应		电磁效应
	半导体效应		磁致伸缩效应
	接地,一般符号		功能等电位联结
	功能性接地		功能等电位联结

（续）

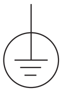
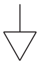
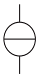
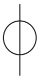
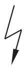
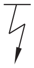
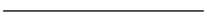
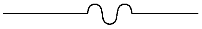
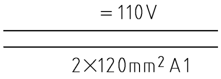
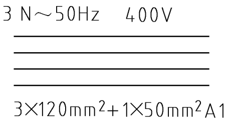
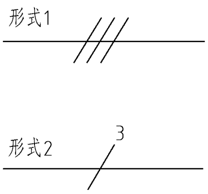
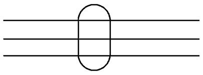
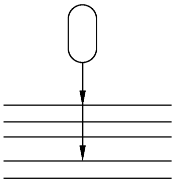
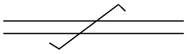
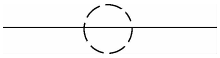
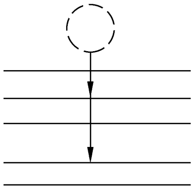
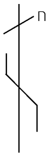
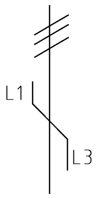
图形符号	名称及说明	图形符号	名称及说明
	保护接地		保护等电位联结
	理想电流源		理想电压源
	故障		闪络

表 4-40　电气简图常用图形符号——导线和连接器件

图形符号	名称及说明	图形符号	名称及说明
	连线，一般符号，又称导线、电缆、电线、传输通路，电信线路		软连接
	直流电路 表示110V，两根120mm^{2}铝导线 可标注附加信息：电流种类、配电系统、频率、电压、导线数、每根导线的截面积、导线材料的化学符号等		三相电路 表示400V，50Hz，三根120mm^{2}的导线，一根50mm^{2}的中性线，均为铝导线 电气信息标在导线上方，导线结构参数标在导线下方
	导线组（示出导线数） 如用单线表示一组导线时，以相应数量的短斜线标示导线数（如形式1），或在一根短斜线后加数字（如形式2）	 	电缆中的导线 示出三根导线 示例：五根导线，其中箭头所指的两根在同一电缆内
	绞合连接，示出两根		屏蔽导体 如果几根导线包含在同一屏蔽内，这些导体符号与其他导体符号混杂，可按如下画法，并用箭头指出同一屏蔽的导体。示例： 
	换位或导体的换位 相序变更 极性转向 示例：相序变更 		

（续）

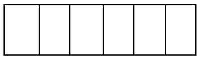
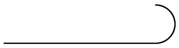
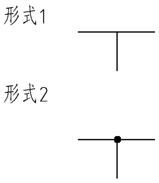
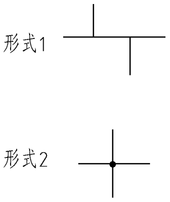
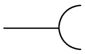
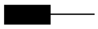
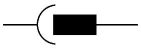
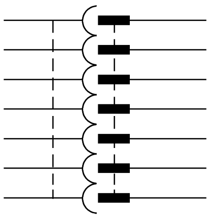
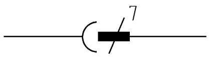
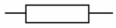
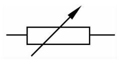
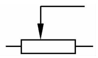
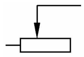
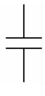
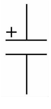
图形符号	名称及说明	图形符号	名称及说明
	连接，连接点		端子
	端子板 可加端子标志		导线或电缆的终端，未连接
	T 形连接 在形式 1 符号中增加连接符号		导线的双 T 连接 仅在设计认为必要时使用
	阴接触件（连接器的），插座		阳接触件（连接器的），插头
	插头和插座	 	插头和插座，多级 多线表示法，表示 7 个阴极触件和 7 个阳极触件的符号 单线表示法

表 4-41　电气简图常用图形符号——基本无源器件

图形符号	名称及说明	图形符号	名称及说明
	电阻器，一般符号		可调电阻器
	带滑动触点的电位器		带滑动触点的电阻器
	电容器，一般符号		极性电容器或电解电容器

（续）

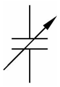
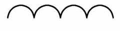
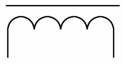
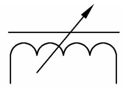
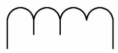
图形符号	名称及说明	图形符号	名称及说明
	可调电容器	 	线圈、绕组，一般符号，又称电感器，扼流圈 带磁心的电感器
	带磁心连续可变电感器		带固定抽头的电感器 示出两个抽头

表 4-42　电气简图常用图形符号——半导体管

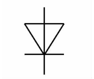
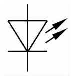
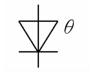
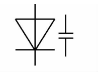
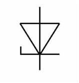
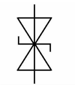
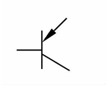
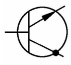
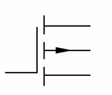
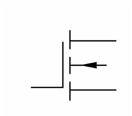
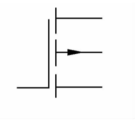
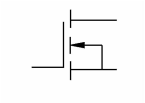
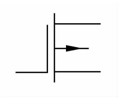
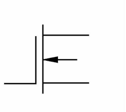
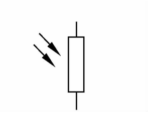
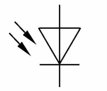
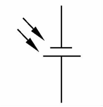
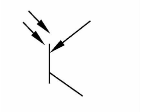
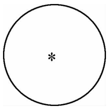
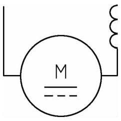
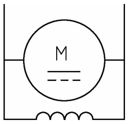
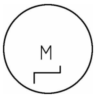
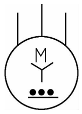
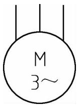
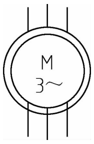
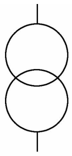
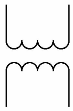
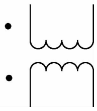
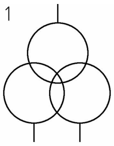
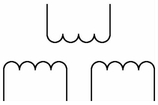
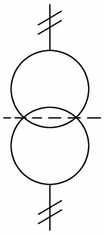
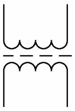
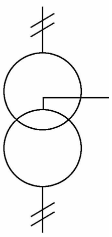
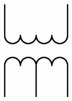
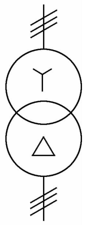
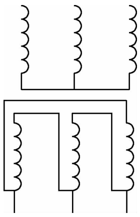
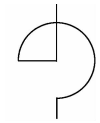
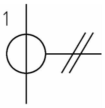
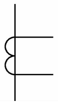
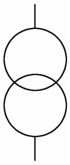
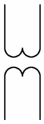
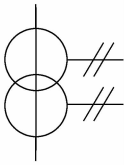
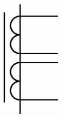
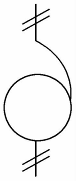
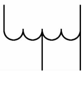
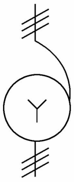
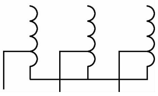
图形符号	名称及说明	图形符号	名称及说明
	半导体二极管，一般符号		发光二极管（LED），一般符号
	热敏二极管		变容二极管
	单向击穿二极管或齐纳二极管、电压调整二极管		双向击穿二极管
	PNP 晶体管		集电极接管壳的 NPN 晶体管
	绝缘栅场效应晶体管（IGFET），增强型、单栅、P 型沟道、衬底无引出线		绝缘栅场效应晶体管（IGFET）、增强型、单栅、N 型沟道、衬底无引出线
	绝缘栅场效应晶体管（IGFET），增强型、单栅、P 型沟道、衬底有引出线		绝缘栅场效应晶体管（IGFET），增强型、单栅、N 型沟道、衬底与源极内部连接
	绝缘栅场效应晶体管（IGFET），耗尽型、单栅、P 型沟道、衬底无引出线		绝缘栅场效应晶体管（IGFET），耗尽型、单栅、N 型沟道、衬底无引出线
	光敏电阻（LDR），光敏电阻器		光敏二极管
	光生伏打电池		光敏晶体管（PNP 型）

表 4-43　电气简图常用图形符号——电能的发生与转换

图形符号	名称及说明	图形符号	名称及说明
	电机,一般符号 星号“＊”应当用以下字母之一代替： G——发电机 GP——永磁发电机 GS——同步发电机 M——电动机 MG——能作为发电机或电动机使用的电机 MP——永磁电动机 MS——同步电动机		直流串励电动机
			直流并励电动机
	步进电动机,一般符号		有自动起动器的三相星形联结的感应电动机
	三相笼型感应电动机		三相绕线转子感应电动机
形式 1  形式 2  形式3 	双绕组变压器,一般符号 双绕组变压器,一般符号 双绕组变压器(带瞬时电压极性指示)	形式 1  形式 2 	三绕组变压器
形式 1  形式 2 	绕组间有屏蔽的双绕组变压器	形式 1  形式 2 	一个绕组上有中间抽头的变压器

（续）

图形符号	名称及说明	图形符号	名称及说明
形式 1  形式 2 	星形-三角形联结的三相变压器		电抗器，一般符号 又称扼流圈
		形式 1  形式 2 	电流互感器，一般符号
形式 1  形式 2 	电压互感器	形式 1  形式 2 	在一个铁心上具有两个次级绕组的电流互感器 形式 2 中铁心必须画出
形式 1  形式 2 	单相自耦变压器	形式 1  形式 2 	三相自耦变压器，星形联结

（续）

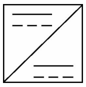
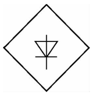
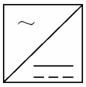
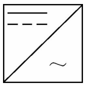
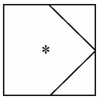
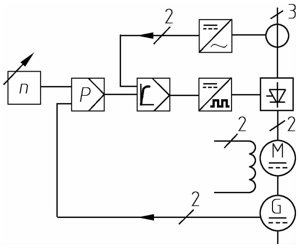
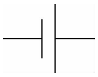
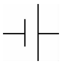
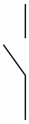
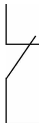
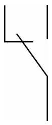
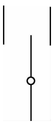
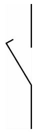
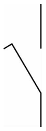
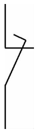
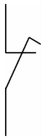
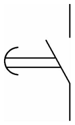
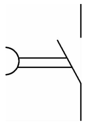
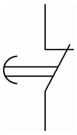
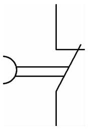
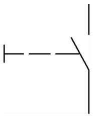
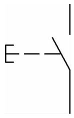
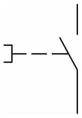
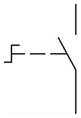
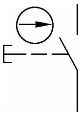
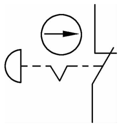
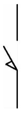
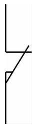
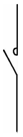
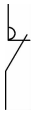
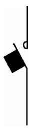
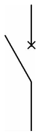
图形符号	名称及说明	图形符号	名称及说明
	直流/直流变换器		桥式全波整流器
	整流器		逆变器
	闭环控制器 星号“＊”应由一种表示转换状态的字母或图形所替换，或者省略 在表示一个开环控制器时，应使用仅带一个输入的符号 示例： 		原电池，蓄电池 原电池或蓄电池组 长线代表阳极，短线代表阴极
			直流电源功能，一般符号 长线代表阳极，短线（用相同的线宽）代表阴极

表 4-44　电气简图常用图形符号——开关、控制和保护器件

图形符号	名称及说明	图形符号	名称及说明
	接触器功能		断路器功能
	隔离开关（隔离器）功能		隔离开关功能
	自动释放功能 由内置的测量继电器或脱扣器启动		位置开关功能
	动合（常开）触点，一般符号；开关，一般符号		动断（常闭）触点
	先断后合的转换触点		中间断开的转换触点

（续）

图形符号	名称及说明	图形符号	名称及说明
	提前闭合的动合触点 多触点组中此动合触点比其他动合触点提前闭合		滞后闭合的动合触点 多触点组中此动合触点比其他动合触点滞后闭合
	滞后断开的动断触点 多触点组中此动断触点比其他动断触点滞后断开		提前断开的动断触点 多触点组中此动断触点比其他动断触点提前断开
	延时闭合的动合触点 当带该触点的操作器件被吸合时，此触点延时闭合		延时断开的动合触点 当带该触点的操作器件被释放时，此触点延时断开
	延时断开的动断触点 当带该触点的操作器件被吸合时，此触点延时断开。		延时闭合的动断触点 当带该触点的操作器件被释放时，此触点延时闭合
	手动操作开关，一般符号		自动复位的手动按钮开关
	自动复位的手动拉拔开关		无自动复位的手动旋转开关
	正向操作且自动复位的手动按钮开关或报警开关		应急制动开关 用“蘑菇头”触发，正向操作的动断触点，有保持功能
	位置开关 带动合触点		位置开关 带动断触点
	接触器，接触器的主动合触点 在非操作位置上触点断开		接触器；接触器的主动断触点 在非操作位置上触点闭合
	带自动释放功能的接触器 由内装的测量继电器或脱扣器触发		断路器

（续）

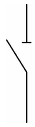
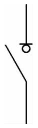
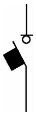
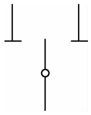
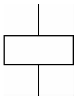
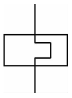
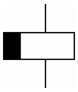
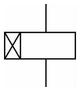
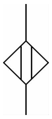
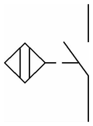
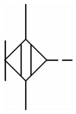
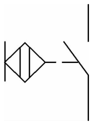
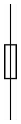
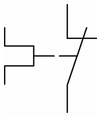
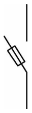
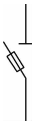
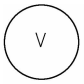
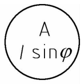
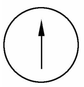
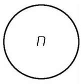
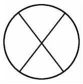
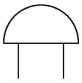
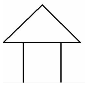
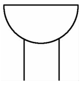
图形符号	名称及说明	图形符号	名称及说明
	隔离开关,隔离器		隔离开关,负荷隔离开关
	带自动释放功能的负荷隔离开关		双向隔离开关,双向隔离器 具有中间断开位置
	驱动器件,一般符号;继电器线圈,一般符号		热继电器驱动器件
	缓慢释放继电器线圈		缓慢吸合继电器线圈
	接近传感器		接近开关 示出动合触点
	接触传感器		接触敏感开关 具有动合触点
	熔断器,一般符号		热继电器触点
	熔断器开关		熔断器式隔离开关,熔断器式隔离器

表 4-45　电气简图常用图形符号——测量仪表、灯和信号器件

图形符号	名称及说明	图形符号	名称及说明
	电压表		无功电流表
	检流计		转速表

（续）

图形符号	名称及说明	图形符号	名称及说明
	灯或信号灯,仪表符号 如果要求指示灯的颜色、类型、种类,则在靠近符号处标出相应的代码或字母		音响信号装置,一般符号 别名:电铃、电喇叭、单击电铃、电动汽笛
	报警器		蜂鸣器

当 GB/T 4728（所有部分）中没有所需的图形符号时，可采用符号要素组合或从已有的符号中产生新的符号，如对许多工程领域常用的微型断路器，可按图 4-3 所示用热效应符号和限定开关符号进行组合来示出。

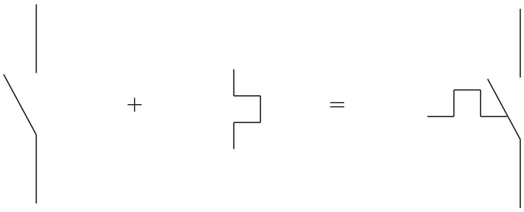


图 4-3　用热效应符号和限定开关符号示出的微型断路器

再如应用日益广泛的 PLC（可编程序控制器），其符号特定表示方法的示例如图 4-4 所示。符号用分开表示法示出 PLC，在不同纸页上表示出不同部件；每个通道用符号内部线与内部 PLC 地址一起表示，如 00.01，…，00.08；附加文字说明与每个通道相关的功能；给出通道不同表示方法之间的交叉标记，如/5.A5；操作数（如 EE.19）和信号种类（如 DO，数字输出的缩写）等更多信息在只表示通道的符号内给出。

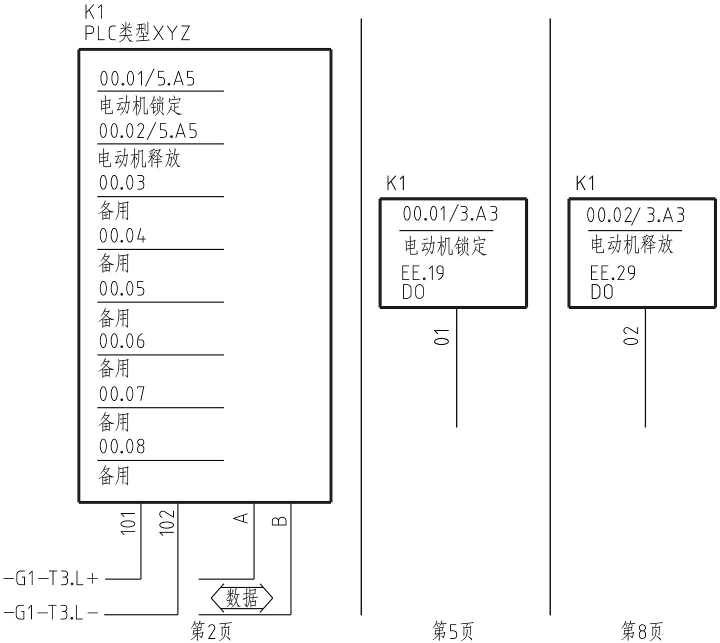


图 4-4　PLC（可编程序控制器）符号特定表示方法示例

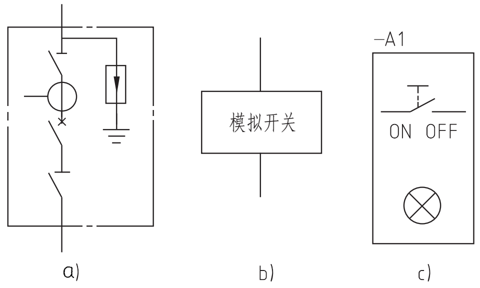
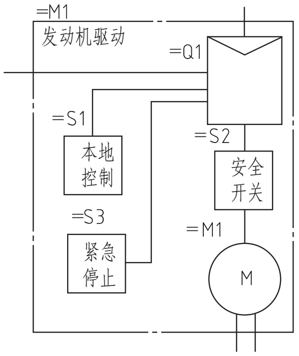
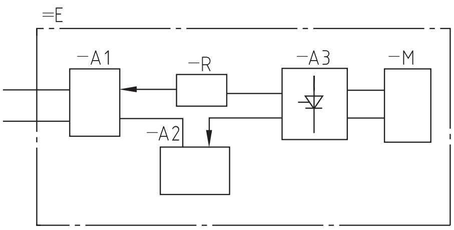
另外，在图形符号的使用中还要特别提示：图形符号可以放大或缩小；当图形符号旋转或镜像时，其中的文字方向宜为视图的正向；同一工程应使用同一种表达形式（当图形符号有两种表达形式时）。

4.3.2　概略图画法

1. 概略图的基本要义

概略图（亦称系统图）是指表示系统、分系统、装置、部件、设备中项目之间的主要关系和连接的简图，项目的详细信息应在其他文件类型中表示。概略图的基本用途是从总体上描述系统或分系统的基本组成和主要特征，其特点是概略地而不是详细地表示出各主要功能块或主要部件之间的主要关系。概略图绘制要点及说明见表 4-46。

表 4-46　概略图绘制要点及说明

绘制要点	图　例	说　明
框形符号与注释方法		1）框形符号可以是实线框也可以是点画线框，点画线框包含的容量一般会大些，如图 a 所示 2）框内可以用图形符号或文字注释，如图 b 所示，也可以用文字与符号相结合的方式，如图 c 所示 3）框的大小根据图面布局、注释内容及使用方便来确定
层次划分	 =M1 发动机驱动 =Q1 =S1 本地控制 =S2 安全开关 =S3 紧急停止 =M1 M	1）比较复杂系统，可按组成、功能逐级划分层次，分别绘制成多张图 2）组成较简单的系统，采用图框嵌套形式画在同一张图中，如左图所示
参照代号的标注方法		1）较高层次框上标注功能面参照代号，较低层次框上标注产品面参照代号，也可不标 2）参照代号一般标注在各框的上方或左上方，并尽量靠近各框

2. 概略图的绘制原则和方法

1）概略图按功能或结构用符号或带注释的框绘制。

2）较高层次描述总系统，较低层次描述系统中的分系统。

3）概略图通常按功能布局法绘制，当位置信息对理解简图非常重要时，也可采用位置布局法。

4）概略图应清晰地显示信息流及各级之间的功能关系，必要时应标注参照代号、项目代号。

3. 概略图示例

例1：两自由度工作台控制系统概略图（见图4-5）。

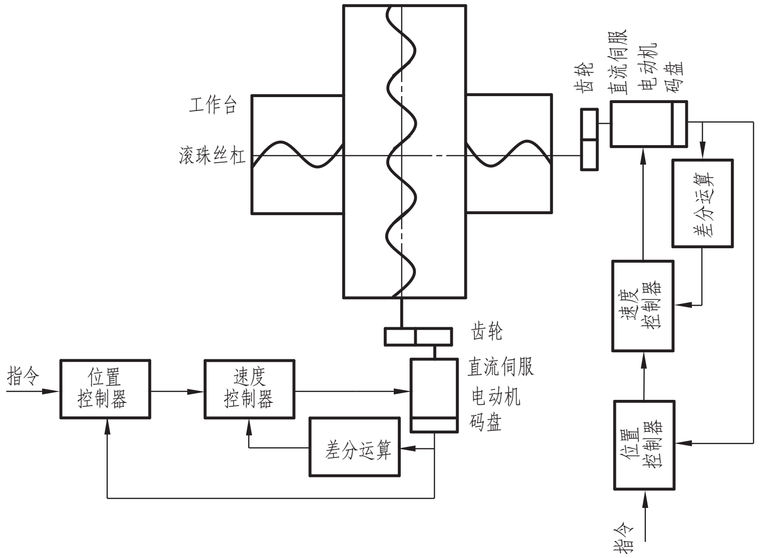


图4-5　两自由度工作台控制系统概略图

由图4-5可见，两自由度工作台能够实现纵横方向两维运动，采用直流伺服电动机驱动，通过齿轮传动把直流伺服电动机的转矩传递到滚珠丝杠上，工作台固定在与滚珠丝杠相配合的螺母上，从而通过滚珠丝杠的转动带动工作台的移动，控制方法采用半闭环控制。因位置信息对理解简图功能比较重要，此图采用位置布局法。

例2：某仓储工程工业电视系统图。

图4-6为某仓储工程数字网络监视系统概略图。整套系统由前端数字摄像机、网络接入设备、数字视频综合管理平台、操作监视器、大屏幕显示系统等组成。数字摄像机采用一体化结构设计，分别布置在仓顶廊道、仓底廊道内共32套，主要机房运转站共设置18套，堆场南侧高杆灯上共设置6套；摄像机直接输出网络视频信号，通过光缆传送至15#、16#、22#、23#变电所内的交换机上，经过级联最终接入视频监控系统综合管理平台；大屏幕系统可以通过自身的控制器直接读取数字视频信号，并通过高清格式投影到大屏幕显示墙上。此图采用功能布局法绘制，清晰地显示信息流及各级之间的功能关系。

4.3.3　电路图画法

1. 电路图的基本要义

电路图是用来表达项目电路组成和物理连接信息的简图，以表示电器元件连接关系、表

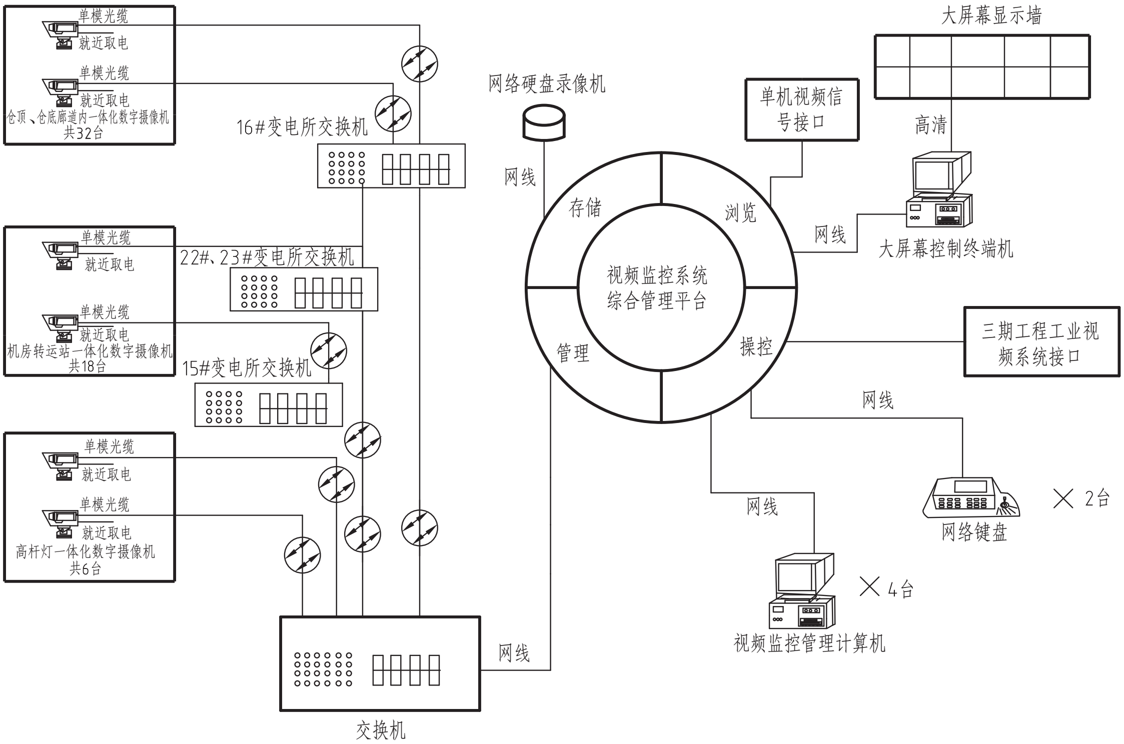
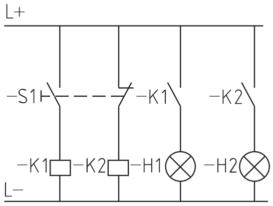
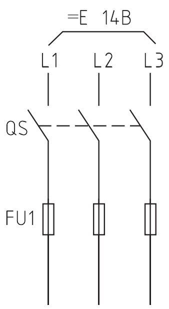


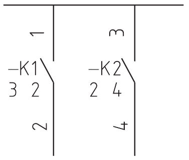
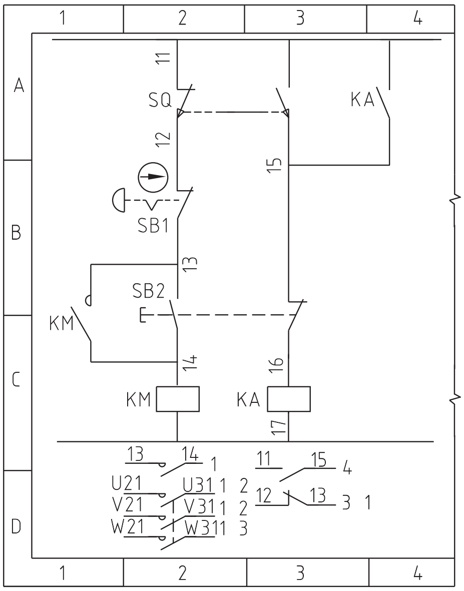
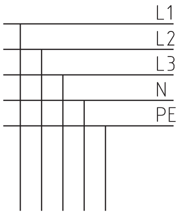
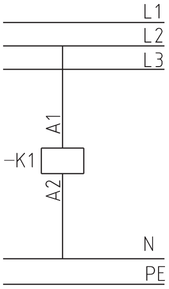
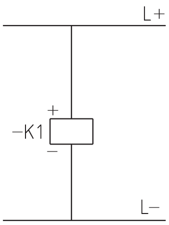
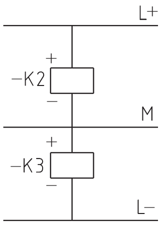
图 4-6　某仓储工程工业电视系统图

达产品功能和阐述工作原理为主，通常采用电气图用图形符号绘制，按工作顺序和功能排列，不需考虑项目电路元件的实际尺寸、形状或位置。电路图种类较多，如控制电路图、电力电路图、电子电路图等，因此，在绘制电路图时，除兼顾各类电路特点外，都要遵循一般电路图的绘制原则和方法。电路图绘制要点及说明见表 4-47。

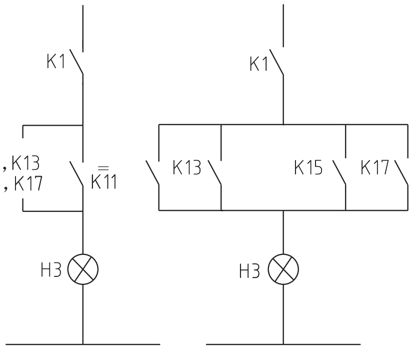
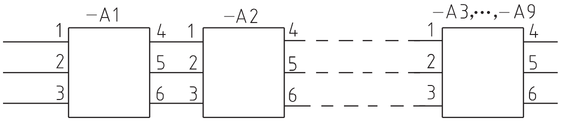
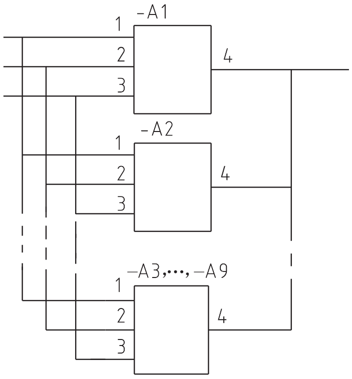
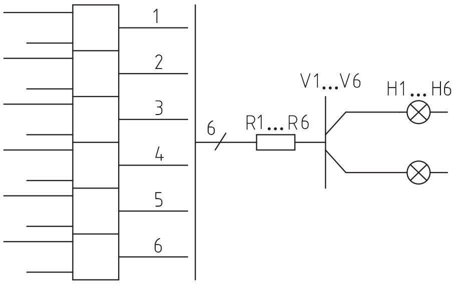
表 4-47　电路图绘制要点及说明

绘制要点	图　　例	说　　明
布局		1）布局合理，图面紧凑、清晰 2）连线直通，最短，交叉最少
连线中断画法		1）水平布置电路需标明“行”标记以表示导线去向，垂直布置电路需标明“列”标记以表示导线去向 2）另一端如需画到另一张图上，中断处要标记，标注另一端在图上的位置 3）图例导线的去向：L1、L2、L3 接至配电系统 E 的第 14 张图的 B 行

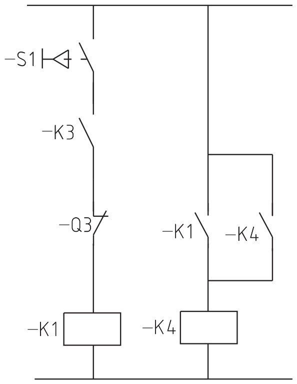
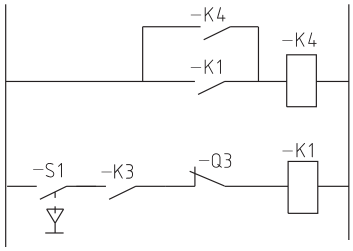
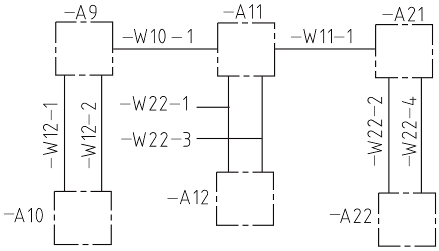
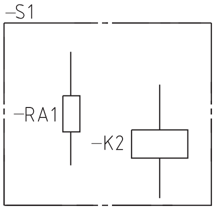
（续）

绘制要点	图　　例	说　　明
符号分开表示法		1)表示项目在图上的位置 2)触点 K1(1-2)的驱动线圈在第 3 张图上第 2 列(3/2) 3)触点 K2(3-4)的驱动线圈在第 2 张图上第 4 列(2/4)
触点位置表示法	 1 2 3 4 A B C D 11 SQ KA 12 15 SB1 13 SB2 KM 14 16 KM KA 17 13 14 1 11 15 4 U21 U31 1 2 12 13 3 1 V21 V31 1 2 W21 W31 1 3	1)被驱动部分(触点)的位置通过插图给出检索标记 2)插图一般绘制在与驱动部分图形符号成一直线的位置上 3)KA 的触点分别在该图的第 4 列和第 3 张图的第 1 列;KM 的辅助触点在该图的第 1 列,主触点在第 1 张图的第 2、3 列 4)各触点位置还可用明细表列出
交流电源电路绘制方法	 	1)电源线集中绘制在电路的一侧,从上至下或从左至右 2)中性线绘制在相线的下方或右方
直流电源电路绘制方法	 	1)直流电源可用线条和符号 +、-、L 表示 2)连接到框形符号的电源线与信号流向成直角绘制

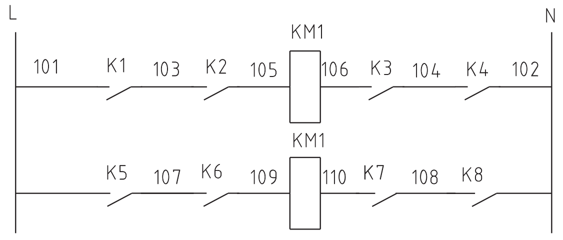
（续）

绘制要点	图　　例	说　　明
并联电路 的简化	 K1 K1 K11，K13 K15，K17 = K11 K13 K15 K17 H3 H3	1）多个相同支路并联，可用一个支路来表示 2）应标上全部参照代号和并联支路数
串联相同 项目简化		1）同样的项目串联，且项目间内部连接明显 2）用第一个和最后一个项目及其之间的虚线简化表示 3）项目参照代号按序列表示规则显示
并联相同 项目简化		1）同样的项目并联，且项目间内部连接明显 2）用第一个和最后一个项目及其之间的虚线简化表示 3）项目参照代号按序列表示规则显示
相同电路的简化		1）相同电路重复出现，仅需详细绘制出其中一个 2）绘出该电路与外部连接的有关部分 3）几部分元件代号不同时，按顺序列出（如 R1…R6，V1…V6，H1…H6）

（续）

<table>
<tr><th>绘制要点</th><th>图　　例</th><th>说　　明</th></tr>
<tr><td rowspan="2">符号参照代号的表示</td><td>
</td><td>1）当符号主要用竖直端线表示时，与符号相关的参照代号通常置于符号的左边</td></tr>
<tr><td>
</td><td>2）当符号主要用水平端线表示时，与符号相关的参照代号通常置于符号的上边</td></tr>
<tr><td>连接线参照代号的表示</td><td>
</td><td>1）参照代号应清楚地关联到相关连接线
2）参照代号不应与连接线接触或交叉
3）参照代号应置于邻近连接线的位置，在水平连接线的上面（如-W10-1）或竖直连接线的左边（如-W12-1）
4）不能置于邻近连接线的地方，用一条指引线置于内容区其他地方（如-W22-1）</td></tr>
<tr><td>边界线参照代号的表示</td><td><table>
<tr><th>项目</th><th>参照代号</th></tr>
<tr><td>电阻</td><td>–S1RA1</td></tr>
<tr><td>操作设备</td><td>–S1K2</td></tr>
<tr><td>边界线</td><td>–S1</td></tr>
</table>

</td><td>1）与边界线相关的参照代号置于边界线的上面左边缘，或边界线的左方和上面边缘
2）对于边界线内的项目，其参照代号对应的边界线的参照代号，不应用单独的项目表示</td></tr>
</table>

（续）

绘制要点	图　　例	说　　明
回路标号	 L N KM1 101 K1 103 K2 105 106 K3 104 K4 102 KM1 K5 107 K6 109 110 K7 108 K8	1）回路中连于一点上的所有导线标以相同的回路标号，如 101、102 2）正极性的线段依次按奇数顺序标号，负极性的线段依次按偶数顺序标号 3）交流回路按某一瞬间确定正负极性 4）水平绘制的回路中，标号顺序尽量采用自左至右，自左、右至中，标注于连接线的上方；垂直绘制的回路中，标号顺序尽量采用自上至下，自上、下至中，标注于连接线的左边

2. 电路图的绘制原则和方法

1）电路图中各电器元件均采用国家规定的统一标准图形符号和文字符号绘制，不画实际的外形图。

2）电器元件应按功能布置，且尽可能按工作顺序排列，以便于说明工作原理和连接关系，布局顺序应从上到下、从左到右，垂直布置时类似元器件横向对齐，水平布置时类似元器件纵向对齐。

3）同一电器元件的各个部件可以不画在一起，但必要时需采用检索标记、插图或表格表明各部分在图上的位置。

4）绘制应布局合理，排列紧凑、清晰，可以水平布置也可以垂直布置，尽量减少线条和避免线条交叉。

3. 电路图示例

1）例 1：电动机 Y-Δ 降压启动电路。

图 4-7 所示电路是在电动机启动时，把定子绕组接成 Y 形，以降低启动电压，限制启动

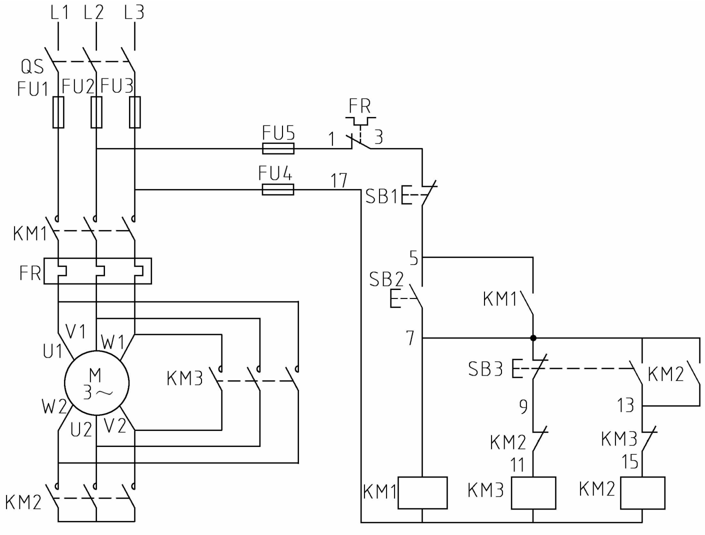


图 4-7　电动机Y-△降压启动电路

电流，待电动机转速接近额定转速时，定子绕组改接为Δ联结，电动机进入额定运转状态。控制电路采用垂直布局，图中元器件采用分开表示法，并按动作顺序从左至右绘制。

2）例2：直流稳压/充电电源电路。

这是一款电子产品——直流稳压/充电电源，如图4-8所示。该产品制作简单，成本低廉，性能可靠，使用方便。该图按产品两大功能分开布局，上半部分主要阐述将220V市电电压经桥式整流、滤波、稳压环节转换成3~6V直流电压的工作原理，其中LED2兼起电源指示及稳压管作用，R2及LED1组成简单过载及短路保护，LED1兼做过载指示；下半部分主要阐述对1~5节电池进行恒流充电原理，V8、V9、V10及其相应元器件组成三路完全相同的恒流源电路。

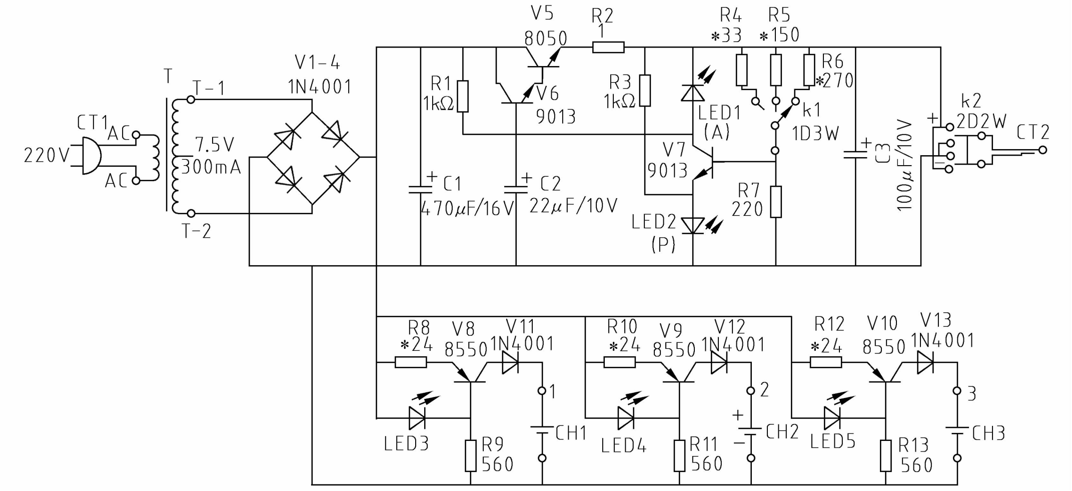


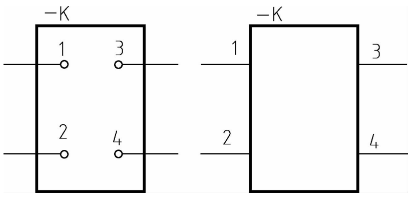
图4-8　直流稳压/充电电源电路

4.3.4　接线图画法

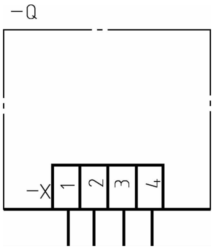
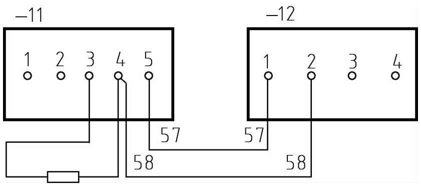
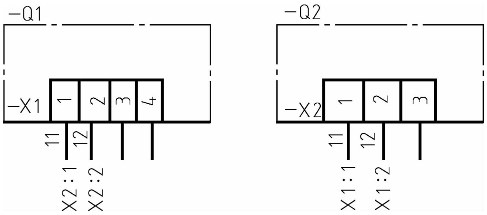
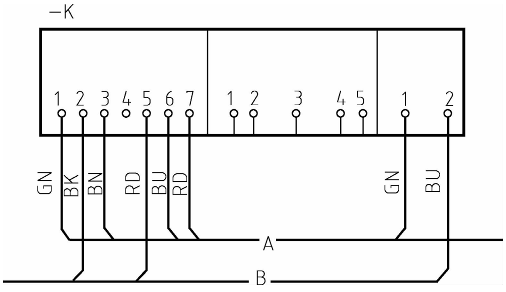
1. 接线图的基本要义

接线图是用规定的图形符号及连线表达项目组件单元之间或单元元器件之间物理连接信息的简图，接线图分为内部接线图（亦称单元接线图）、外部接线图、端子接线图、电缆接线图和接线表，接线图和接线表应表示出项目的相对位置、参照代号、导线号、导线走向、导线信息、屏蔽、导线绞合和连接点标记等。接线图绘制要点及说明见表4-48。

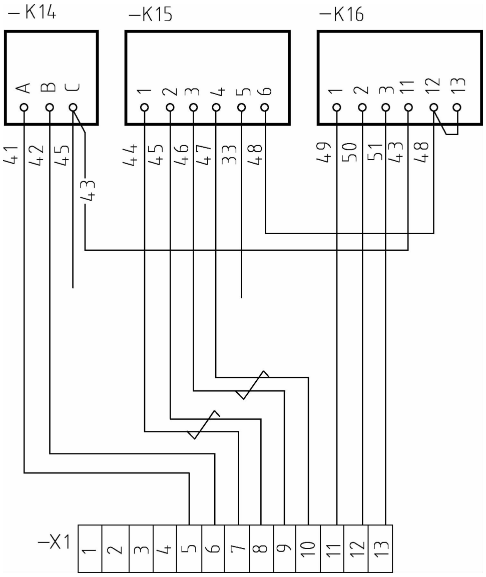
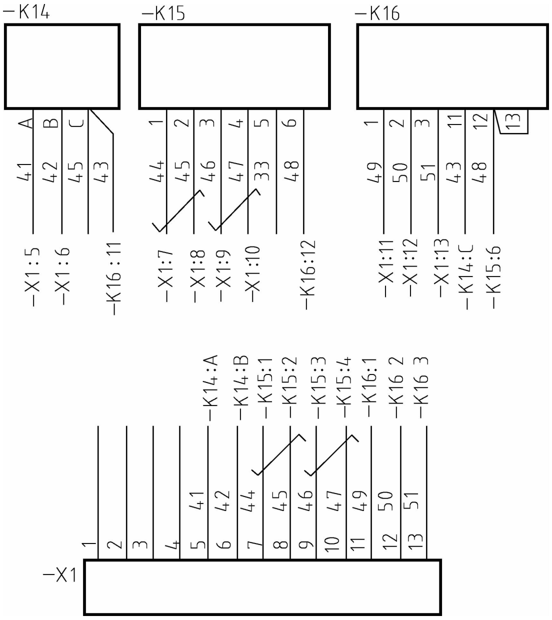
表4-48　接线图绘制要点及说明

绘制要点	图　例	说　明
端子		1)简化外形符号用细实线绘制 2)标注产品面参照代号(-K) 3)1、2、3、4为端子代号，应置于水平连接线之上或竖直连接线的左边

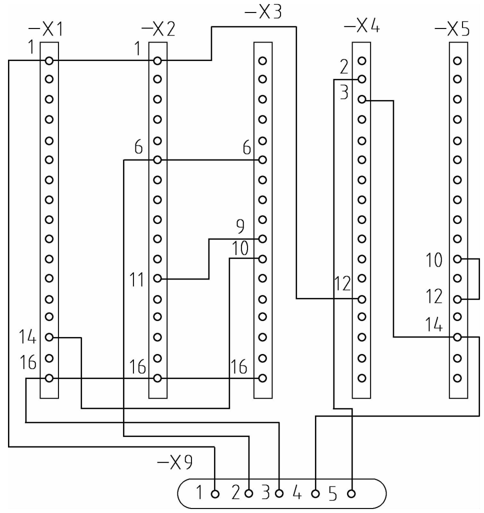
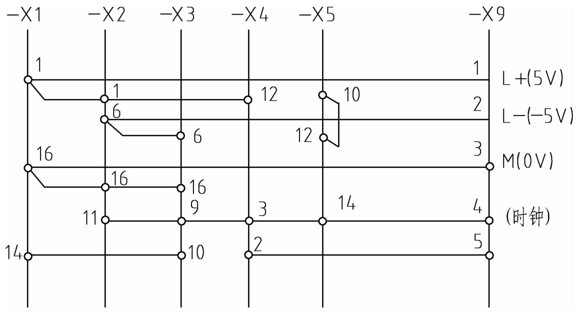
(续)

绘制要点	图　　例	说　　明
项目与端子排		1)表示项目(器件、单元或组件)的布局用点画线围框 2)有引接线的围框边用细实线绘制 3)标注产品面参照代号: -Q 4)端子符号没有画出,1、2、3、4 为端子代号, -X 表示端子排
导线的连续线表示法		1)端子之间的连接导线用连续的线条表示 2)项目间连线标注独立标记(如 57、58 号线)
导线的中断线表示法	 −Q1 −X1 1 2 3 4 11 12 X2:1 X2:2 −Q2 −X2 1 2 3 11 12 X1:1 X1:2	1)按远端标记用中断方式表示端子间连线 2)在中断处标明导线去向(如 11 号线一端接-X1 的 1 号端子,另一端接-X2 的 1 号端子)
导线组的表示方法	 −K 1 2 3 4 5 6 7 1 2 3 4 5 1 2 GN BK BN RD BU RD GN BU A B	1)导线组、电缆、线束可用单线条表示,线条应加粗 2)两导线组全部加粗,用字母(或数字)区分,如 A、B 3)用导线颜色的英文名称缩写字母代码标记导线,如线组 B 含有黑色线 1 根、红色线 1 根、蓝色线 1 根

（续）

绘制要点	图　　例	说　　明
单元接线图的连续线多线表示法	 −K14 −K15 −K16 A B C 1 2 3 4 5 6 1 2 3 11 12 13 41 42 45 43 44 45 46 47 33 48 49 50 51 43 48 −X1 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13	1)各项目和端子排均采用简化外形符号 2)端子代号标注在靠近项目符号端 3)导线的编号及弯折表达导线去向和连接关系 4)相距很近的连接线可不标注编号(如 − K16 的 12 和 13 间的连接线)
单元接线图的中断线表示法	 −K14 −K15 −K16 A B C 41 42 45 43 −X1:5 −X1:6 −K16:11 1 2 3 4 5 6 44 45 46 47 33 48 −X1:7 −X1:8 −X1:9 −X1:10 −K16:12 1 2 3 11 12 13 49 50 51 43 48 −X1:11 −X1:12 −X1:13 −K14:C −K15:6 −K14:A −K14:B −K15:1 −K15:2 −K15:3 −K15:4 −K16:1 −K16 2 −K16 3 41 42 44 45 46 47 49 50 51 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 −X1	1)各项目和端子排均采用简化外形符号 2)端子代号标注在靠近项目符号端 3)导线编号和从属远端标记表达导线去向和连接关系 4)相距很近的连接线可不标注编号(如 − K16 的 12 和 13 间的连接线)

（续）

绘制要点	图　　例	说　　明
矩阵布局形式		1)此为某分支架矩阵布局形式的接线图 2)项目 －X1 ～ －X5、－X9 上的端子符号按垂直方向排列 3)导线按水平方向连接,在连接线一端标出信号信息或代号
矩阵布局简化表示法	 −X1 −X2 −X3 −X4 −X5 −X9 L+(5V) L−(−5V) M(0V) (时钟)	此为上述矩阵布局形式的简化表示

2. 接线图绘制原则和方法

1）接线图中的项目一般采用简化外形符号（正方形、矩形、圆形等）表示，项目（如元器件、部件、组件、成套装置等）的布局应采用位置布局法，即接线图上的元件布局位置与其实际相对位置相同，但无需按比例绘制。

2）一个元件的所有部件绘在一起，并用点画线框起来，所有电器元件及引线应标注与电气控制原理图相一致的图形符号、文字符号、接线回路标号及接线端子编号，且符合国家标准的规定。

3）电器元件之间的接线可直接连接，也可采用单线表示法绘制，实际含几根线可以从元件上标注的接线回路标号参数看出来。如果接线复杂可以不画元件间连线，但在各元件的接线端子回路标号处标注另一元件的文字符号。

4）成束的接线可用一条实线表示，接线很多时还可用符号标注在电器元件的接线端，并标明接线的线号和走向。

3. 接线图示例

例 1：电动机主电路接线图。

如图 4-9 所示，接线图清楚地表示了各元件之间的实际位置和连接关系，图中电源（L1、L2、L3）由型号为 BX—3 ×6 的导线，顺序接至端子排 X、熔断器 FU、交流接触器 KM 的主触点，再经热继电器 FR 的热元件，接至电动机的接线端子 U、V、W。本图采用了单线表示法。

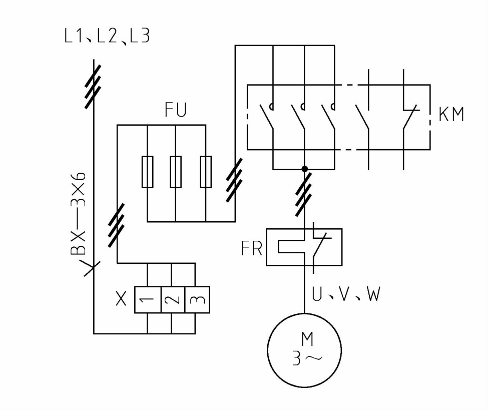
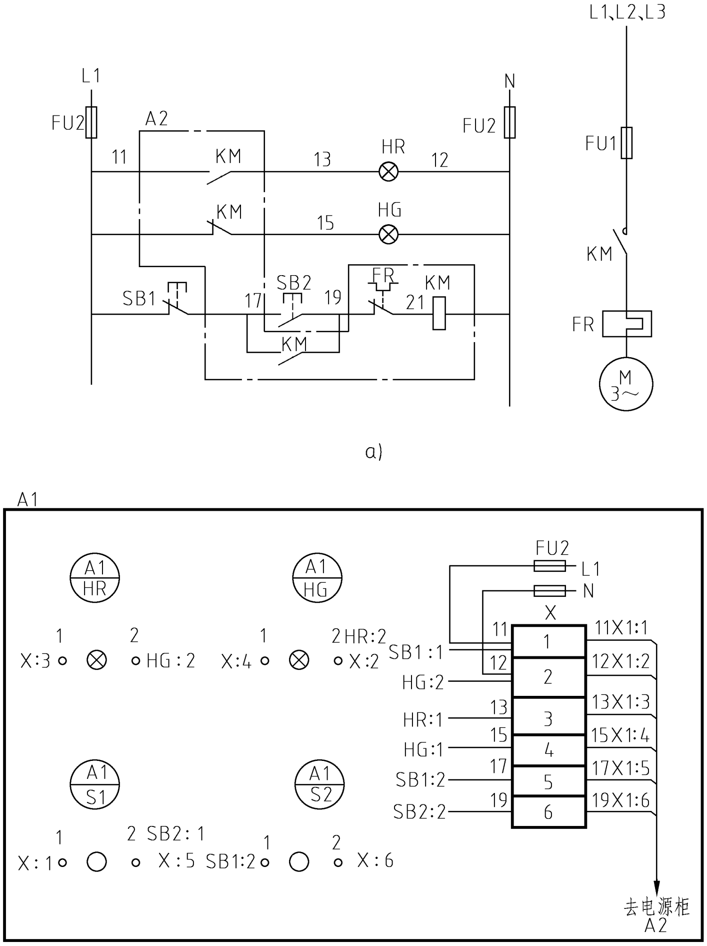


图 4-9　电动机主电路接线图

例 2：某异步电动机控制端子接线图。

图 4-10a 为某异步电动机控制电路图，主电路采用单线简化画法，控制电路中点画线框内的交流接触器 KM 的线圈及辅助触点、热继电器触点 FR 布置在主电源柜 A2 单元上；按钮 SB1、SB2 和信号灯 HR、HG 布置在控制板 A1 单元上。用电缆实现 A1、A2 单元端子间的



a)

b)

图 4-10　某异步电动机控制端子接线图

连接。图 4-10b 为控制板 A1 单元的端子接线图，采用远端标记的中断线表示法。从电源柜引至控制板的导线（由点画线框引出的导线）有 11、13、15、17、19 和 12 号线，21 号线是热继电器和接触器线圈的内部连线，不与 A1 相接。

4.3.5　电气布置图画法

1. 电气布置图基本要义

电气布置图是表达项目相对或绝对位置信息的简图，其通常包含三个层次：一是建筑物外场地电气设备布置图；二是建筑物内电气设备布置图；三是某一具体设备内部元器件布置图。

2. 电气布置图绘制原则和方法

1）电气布置图必须是在有关部门提供的地形地貌图、建筑平面图、设备外形尺寸等资料基础上绘制的。

2）电气布置图的绘制要布局合理、疏密有序、信息明确、直观清晰，位置信息可以与必要的安装电气物体周围环境的信息一起提供。

3）借助物体的简化外形按照位置布局法绘制出项目的相对或绝对位置及其尺寸，若有必要，可在紧邻表示项目、元器件的轮廓线或符号旁示出相关技术数据。

4）非电物件不十分必要不必绘出，如需绘出应与电气物体有明显区别。

5）如要绘制连接线，一般采用单线表示法且要明显区别于基础图线。

3. 电气布置图示例

例 1：某室内电气布置图。

如图 4-11 所示，绘制室内电气布置图的基础是建筑物图，电气设备采用简化外形符号来表示，不必给出设备、元件间连接关系的信息，只需表示出设备之间及与建筑物之间的实际距离即可。

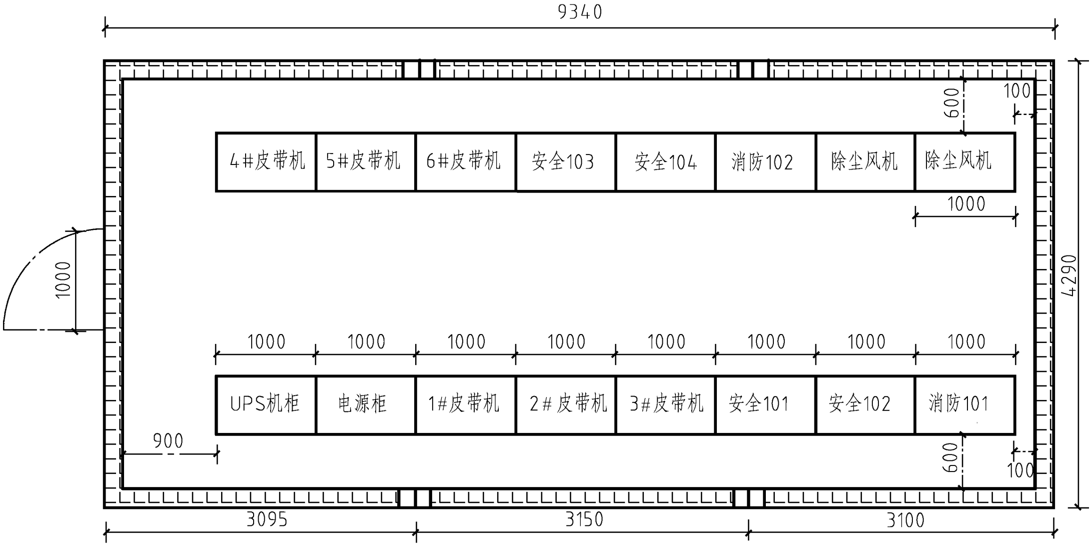


图 4-11　某室内电气布置图

例 2：变频器分段速控制操作面板布置图。

图 4-12 所示的变频器控制柜的面板布置一旦成形就不易更改，故要对工艺设备或系统的操作特点进行分析研究，考虑周全，尽量做到人性化设计，并且应布置美观、标识清晰、操作方便。

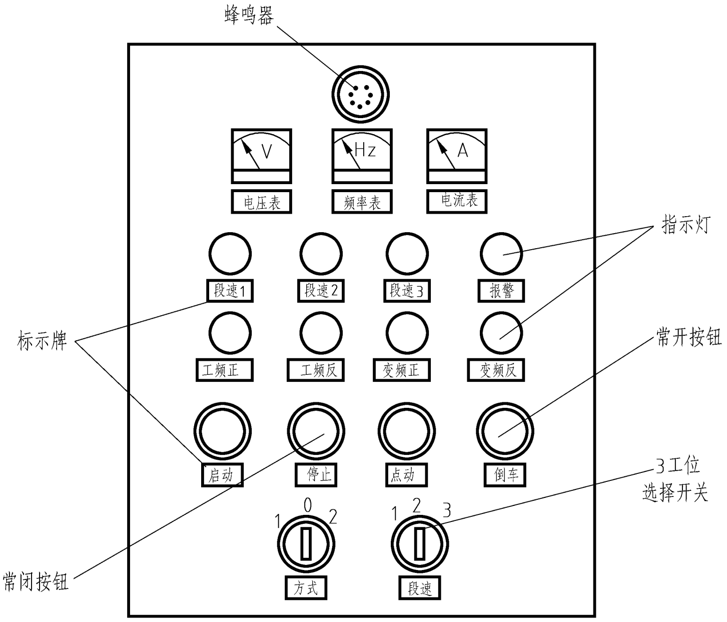


图 4-12　变频器分段速控制操作面板布置图

例 3：电动机顺序控制线路元件布置图。

如图 4-13 所示，元件用框形符号表示，框形符号内标注电路图中相应的文字符号，如

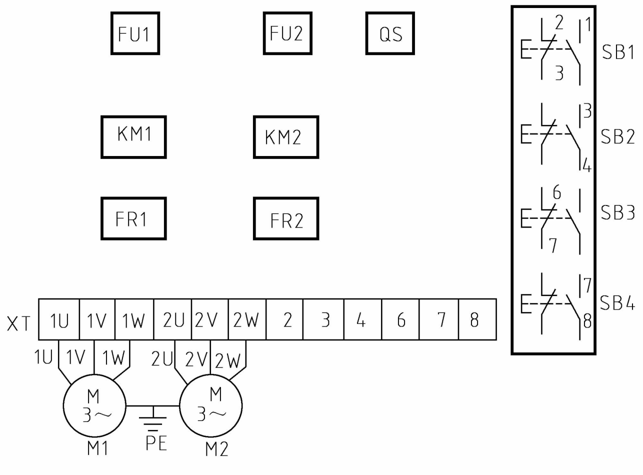


图 4-13　电动机顺序控制线路元件布置图

按钮标注“SB”，刀开关标注“QS”，熔断器标注“FU”，接触器标注“KM”，热继电器标注“FR”，端子排标注“XT”；各元件的位置布局整齐、匀称、间距合理，间距尽可能按比例绘制；根据部件进出线的数量和采用导线的规格，选择进出线方式及接线端子板，并按一定顺序标示进出线的接线号。

4.3.6　常见电气工程图绘制与识读实例

1. 机械电气工程图

（1）两台三相异步电动机的顺序控制电路图　图4-14为两台三相异步电动机的顺序控制电路图，主要阐述两台电动机顺序动作的电气原理，由主电路和控制电路组成，均采用垂直布置。图中将接触器KM1的动合触点串入接触器KM2的线圈电路，保证只有在按下SB2、KM1（4—5）通电、KM1（8—9）闭合后，再按SB4才能使KM2（9—5）通电，KM2主触点闭合，从而实现M1先起动后M2才能起动的顺序动作；停止时，按下SB1，M1停止后，M2立即停止，也可以在M1运动时，M2单独停止。在控制电路中采用回路标号法，便于识别分开表示法所绘元件间的关系，如KM1（3—4）、KM1（8—9）是交流接触器KM1的两个常开辅助触点。在绘制该图时，先设置绘图环境；在绘制主电路时，先画出一相然后复制、平移完成三相绘制；绘制控制电路后再进行回路标号及文字注释。

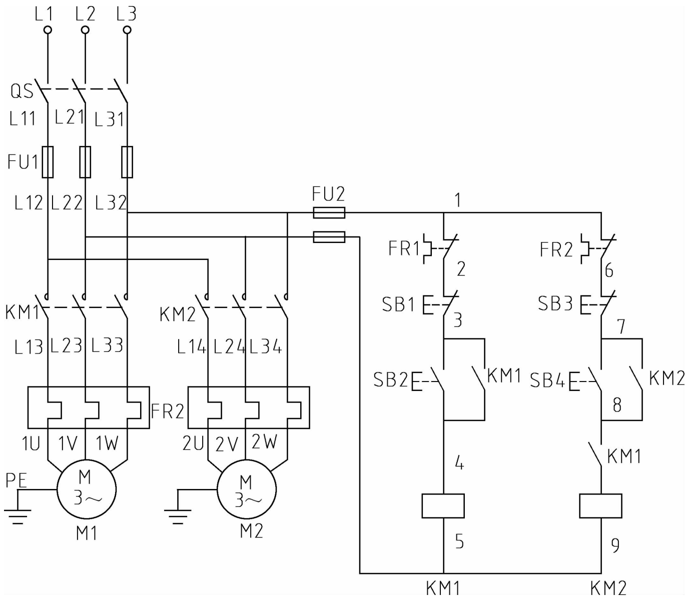


图4-14　两台三相异步电动机的顺序控制电路图

（2）平面磨床电路图　图4-15为M7130平面磨床电路图。主要阐述M7130平面磨床电气工作原理，由主电路、控制电路、电磁吸盘和照明电路组成，各电路均采用垂直布置，采用分开表示法并给出交流接触器KM1、KM2触点位置检索标记。图中SB1、SB3操控砂轮电动机和冷却泵电动机的同时起停，SB2、SB4操控液压泵电动机的起停，QS2和KA的状态保证电磁吸盘的退放吸磁松合。在绘制该图时，先设置绘图环境，然后针对主电路、控制电

路、电磁吸盘、照明电路和文字说明进行分块绘制，最后组合电路并在各功能块的正上方绘制矩形区域，添加功能说明及注释文字。

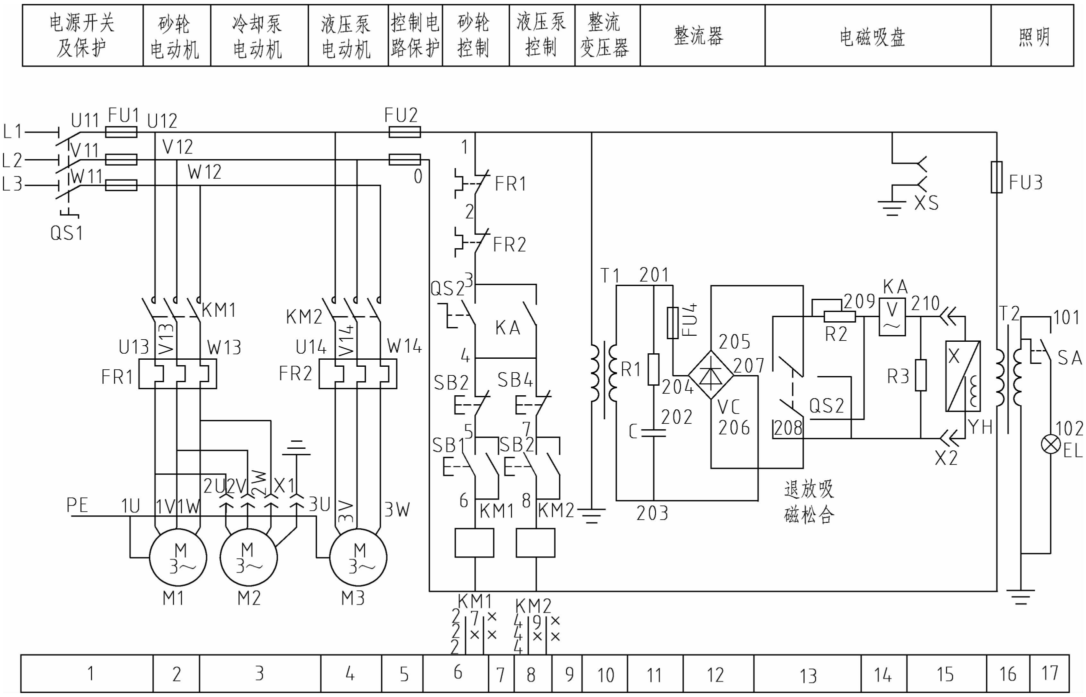


图 4-15　M7130 平面磨床电路图

（3）三自由度机械手 PLC 控制系统　机械手要完成的动作：手臂左右运动、手臂上下运动、手指夹紧和松开运动。

本控制系统由 PLC 完成，实现手动和自动两种控制。

图 4-16 中，SB1 ~ SB9 为手动控制按钮，SQ1 ~ SQ3 为限位开关，SQ4 ~ SQ6 为脉冲产生开关，K1 ~ K6 为输出继电器，M1 ~ M3 为三台直流电动机。

当转换开关 SA 切换到手动状态时，通过按钮直接点动运行实现机械手手动控制。当转换开关 SA 切换到自动状态时，点动复位按钮 SB8，机械手自动复位到初始位置，然后按下启动按钮 SB9，机械手按流程手臂下摆、手指夹紧、手臂上摆、机械手左转、手臂下摆、手指松开、手臂上摆、返回初始位置等进行自动运行。在运行中若出现紧急情况，按下急停按钮，机械手立即停止运动，然后切换到手动状态进行处理。

2. 工业控制电气工程图

（1）工频-工频（分段速）控制系统电路图　变频器的分段速控制调节可广泛地应用于多种工业装置的调速控制系统，图 4-17 所示为具有分段速调速功能的变频器控制系统，共有四个工作速度：工频（全速）和段速一、二、三，四个段速下均设有点动、正转、反转功能，速度随正常运转时的变频频率变化。在绘制该图时，先设置绘图环境；电路布局采用水平布置，交流接触器 C1 ~ C3、时间继电器 KT 的驱动线圈和触点、继电器 K1 ~ K6 的驱动线圈和触点，均采用分开表示法，这些类似项目纵向对齐并按运行功能逐行绘制；最后添加

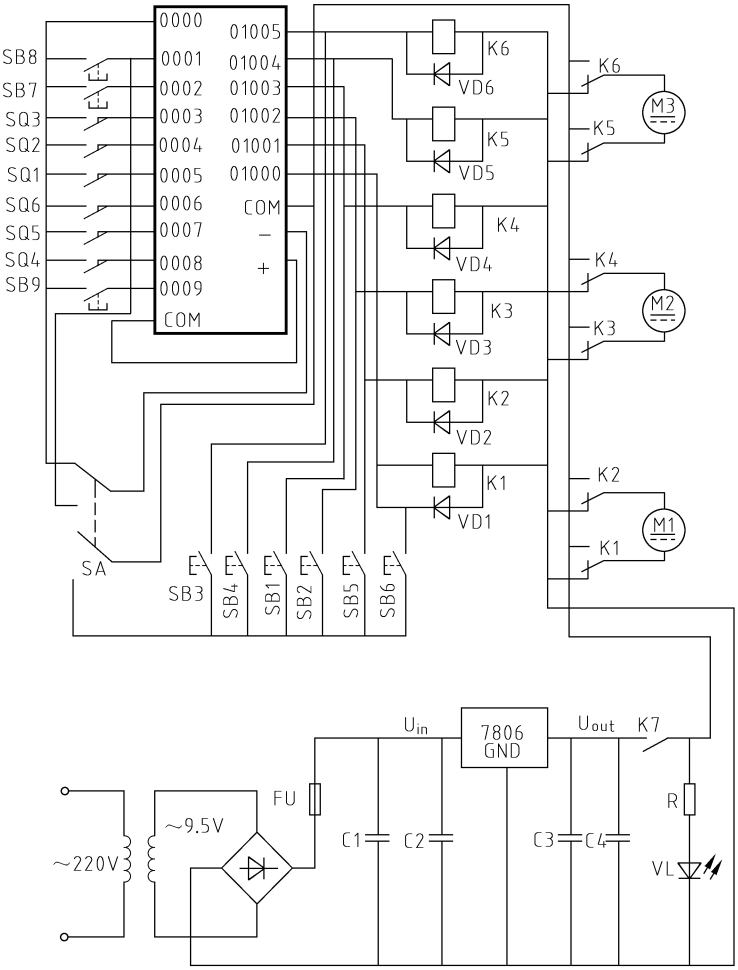


图 4-16　三自由度机械手 PLC 控制系统

文字注释。

（2）三相电动机抽水自动控制电路　如图 4-18 所示电路依据蓄水池水位状态，通过晶体管 VT1，直流继电器 K 及其触点 K1、K2，交流接触器 KM 及其主触点工作状态的切换，操控三相水泵电动机通电或断电，以实现抽水（注入蓄水池）或停止注入，周而复始地实现全自动无人值守自动控制。非电装置蓄水池及水位电极设置对理解电路功能非常重要，所以须直观、形象地绘出。

3. 工厂配电系统电气工程图

（1）某工厂低压系统图　图 4-19 所示为某工厂变电站电路的主接线图。该电路具有变换和分配电能的作用，1#主变和 2#主变结构、功能相近，该图由多种电气符号和连线组成，有较明显对称性。在绘制过程中要注意布局合理，图面美观，可运用复制、平移或插入事先

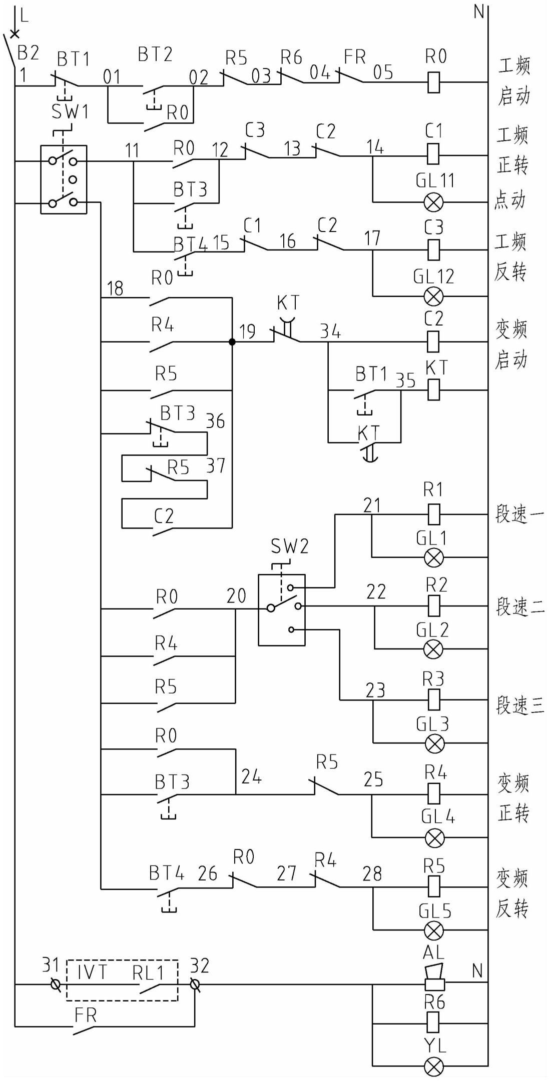


图 4-17　工频-工频（分段速）控制系统电路图

做好的图块，然后做适当添加、删减。

（2）某工程变电所电源柜线路图　大型工程常分多页来绘制电气工程图。图 4-20 是某工程变电所电源柜线路图的一部分，是某系统“ = SS21”电气图中的两张，主要阐述低压柜到 UPS 系统电源的配置原理，总控制电源到 24V、110V 两个等级直流电源的实现原理，及总控制电源到 PLC 系统机架总电源的配置原理。考虑到工程图纸图幅所限，本图导线采用中断线表示法，导线去向及功能用箭头、远端标记和文字注释清晰标出，因此必须对图纸做出必要的图幅分区，还得在标题栏注明工程名、图样名称、项目参照编号、页数、总页数等。

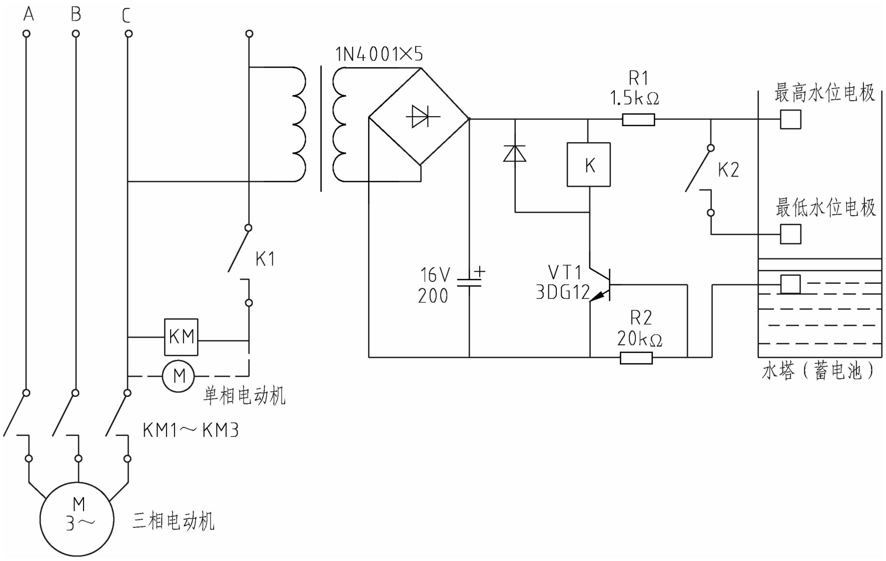


图 4-18　三相电动机抽水自动控制电路

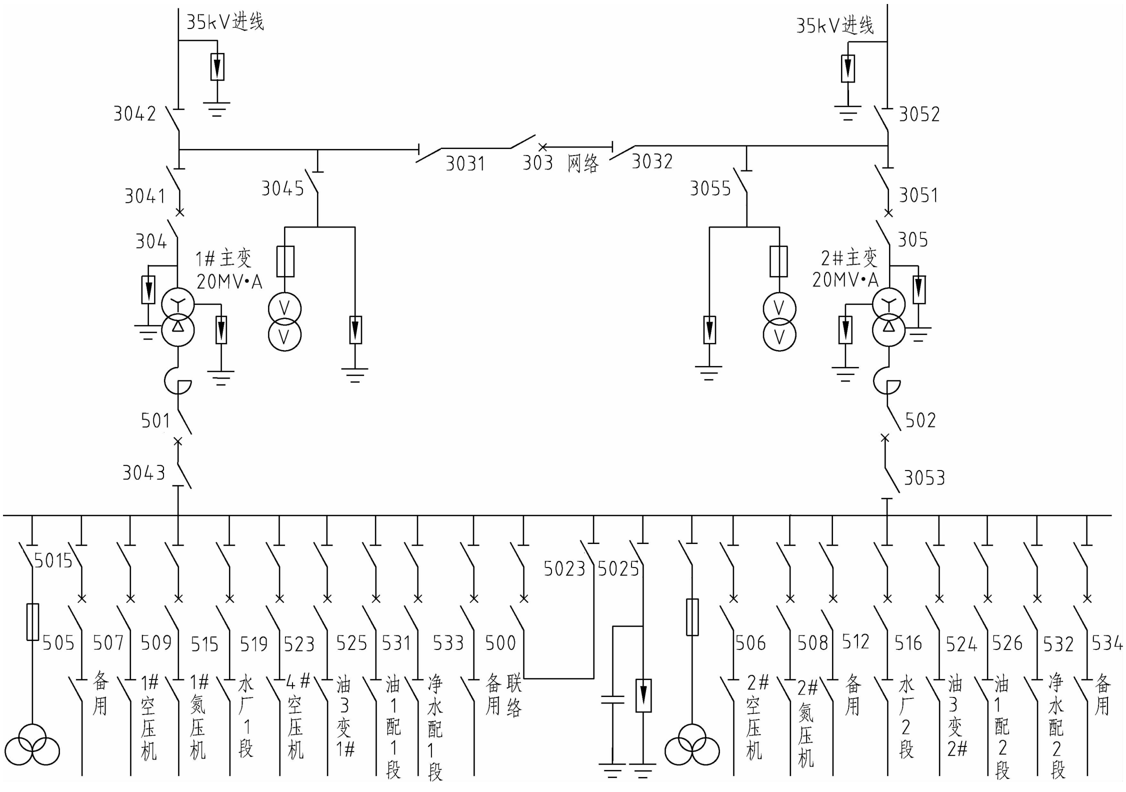
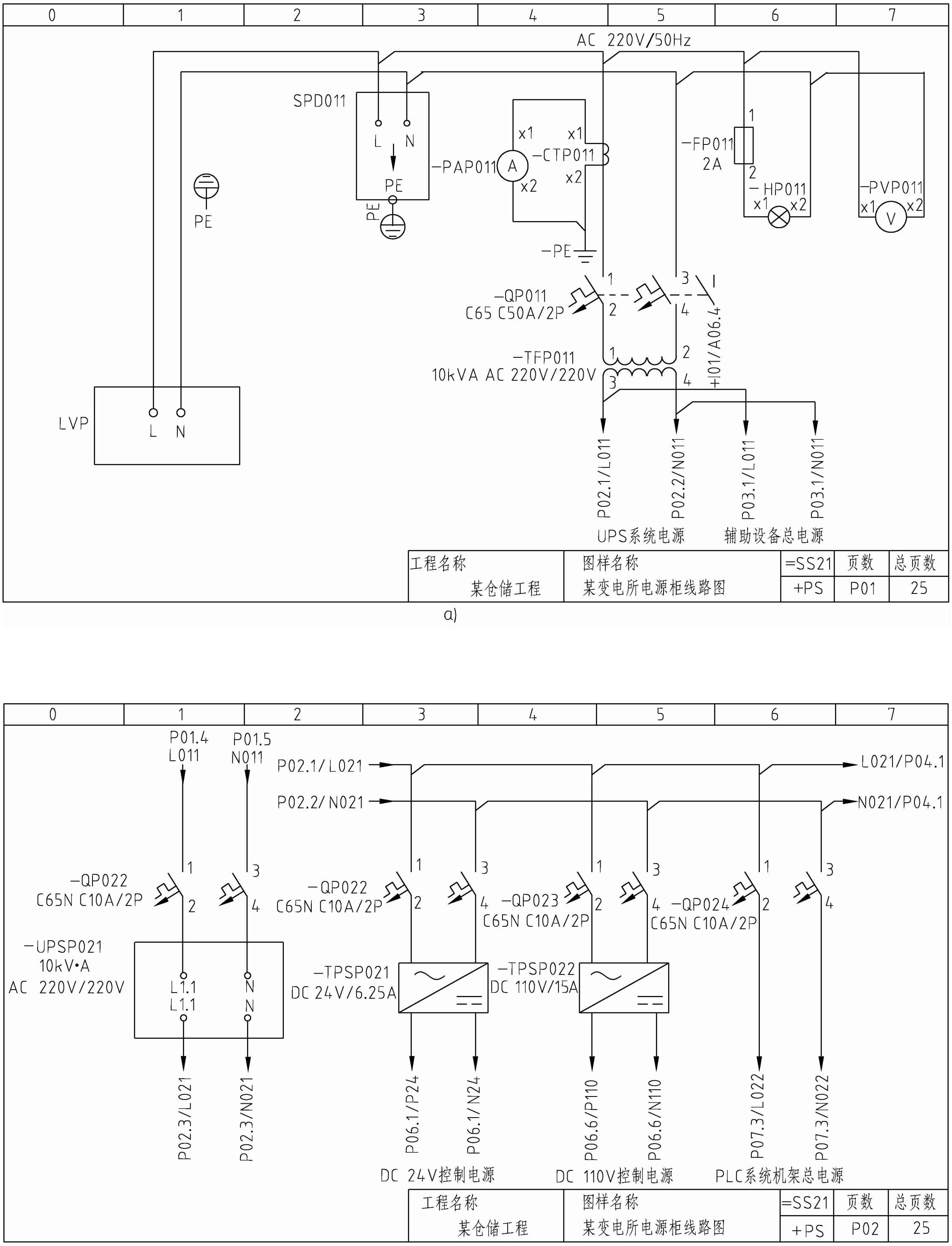


图 4-19　某工厂变电站电路的主接线图



a)

b)

图 4-20　某工程变电所电源柜线路图

第 5 章　机械工程图样——零件图

5.1　常见零件的合理结构

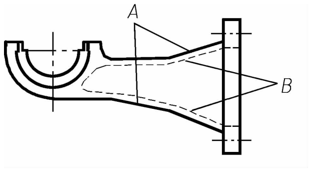
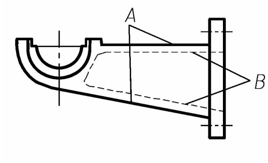
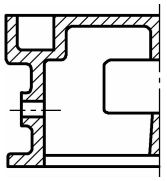
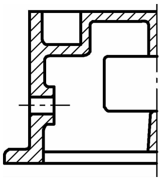
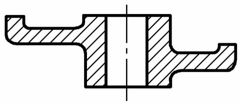
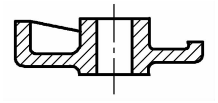
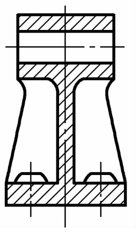
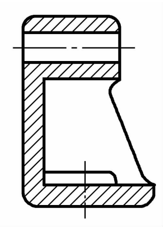
5.1.1　铸件

1. 铸件的合理结构

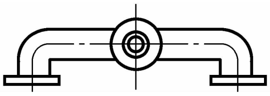
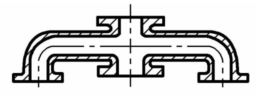
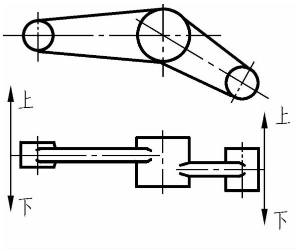
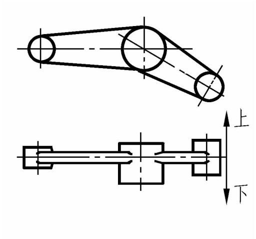
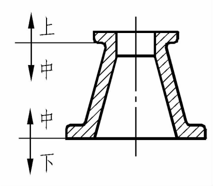
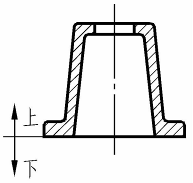
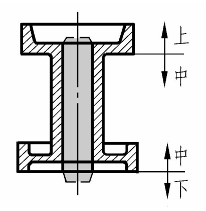
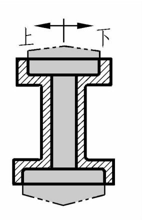
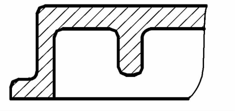
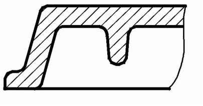
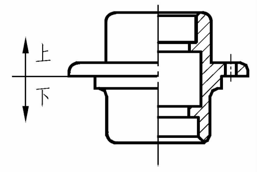
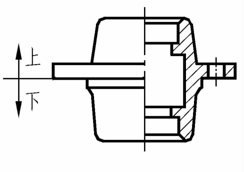
铸件因其具有生产成本低、工艺灵活性大，且不受零件大小、形状、重量以及结构复杂程度的影响等优点，被广泛应用于机械行业的很多领域。

铸造零件设计时，应考虑铸造工艺过程对铸件结构的要求，即考虑制模、制型、制芯、合箱、浇注、清理等工序的操作要求，以简化铸造工艺过程，提高生产效率，保证铸件质量。铸件结构设计的基本要求见表 5-1。

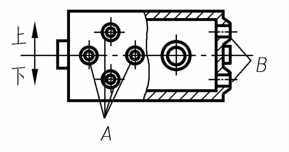
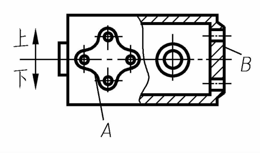
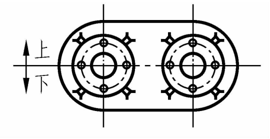
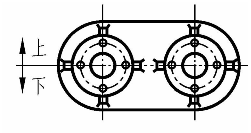
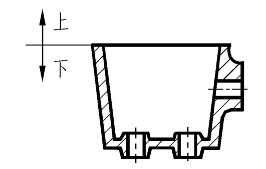
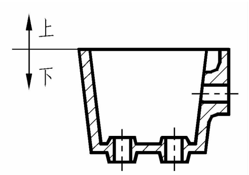
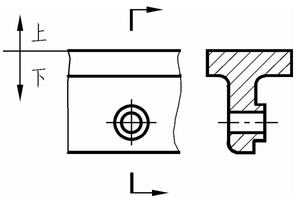
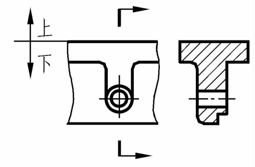
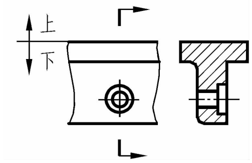
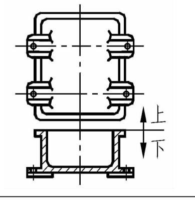
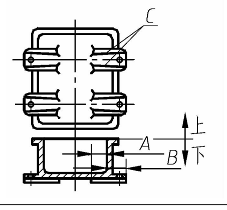
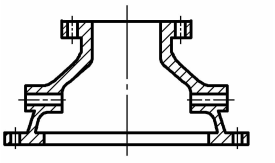
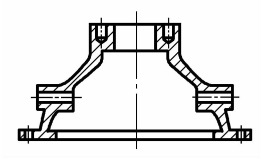
表 5-1　铸件结构设计的基本要求

设计要求	结构要求	图例		说明
		不合理结构	合理结构	
铸造方便	外形力求简单			弧面制模、制芯困难，将弧面改成平面较好
				尽量减少凹凸结构
	减少分型面			分型面力求简单，尽量设计在同一平面内
				

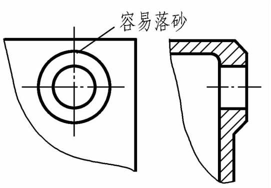
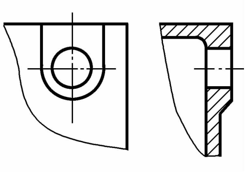
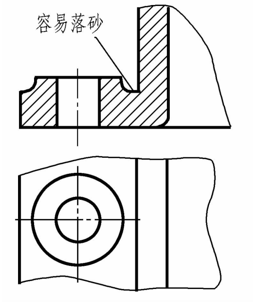
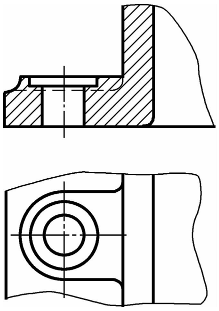
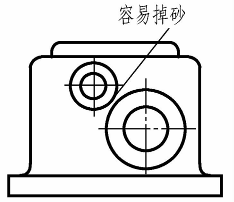
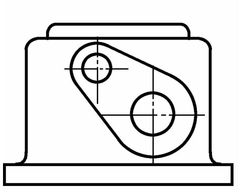
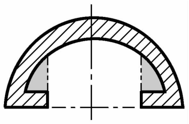
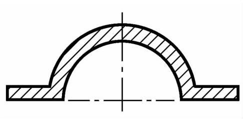
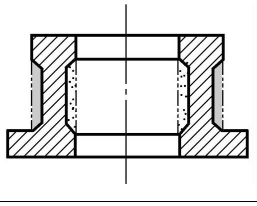
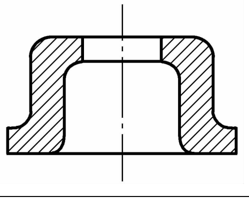
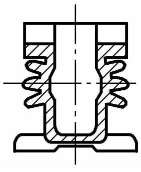
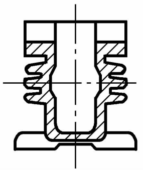
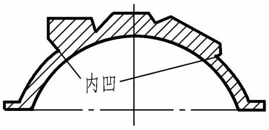
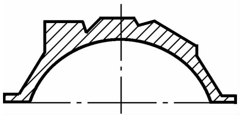
（续）

设计要求	结构要求	图例		说明
		不合理结构	合理结构	
造型方便	分型面应是平面			在不影响使用的前提下，各管口截面最好在一个平面上
	减少分型面的数量			分型面尽量少，结构修改后，造型时由三箱造型变成了两箱造型
				
				
	应有起模斜度			在起模方向上，内外结构都应有便于起模的斜度
				

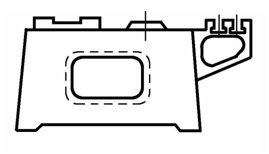
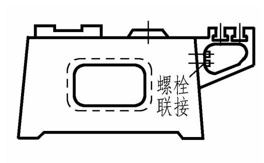
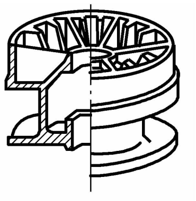
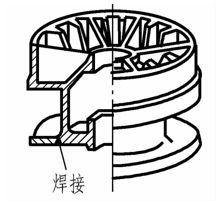
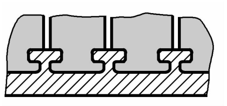
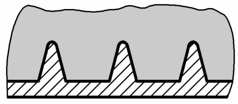
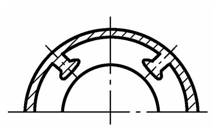
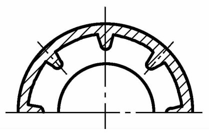
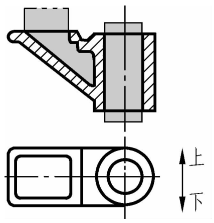
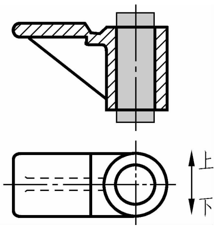
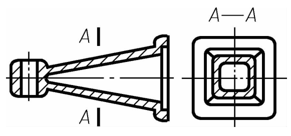
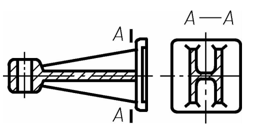
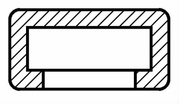
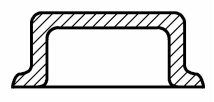
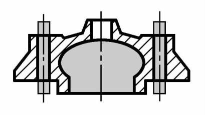
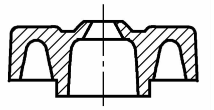
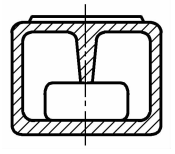
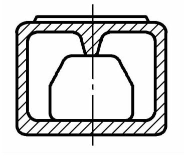
（续）

设计要求	结构要求	图例		说明
		不合理结构	合理结构	
造型方便	减少活块数量			铸件外壁凸台应连在一起，以减少活块数
				合理布局加强肋
				去掉凸台以减少活块造型
			 	为避免采用活块，可将凸台加长、引伸至分型面；如加工方便，也可不设凸台，采用锪平结构
	便于取出活块			$A > B$，将 C 面做成斜面，活块容易取出
	增加砂型强度			将小头法兰改成内法兰，去掉凸台，为保证其强度，法兰厚度应稍增大

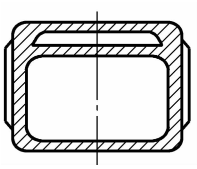
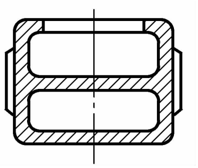
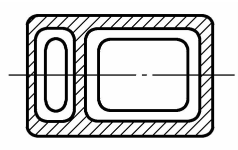
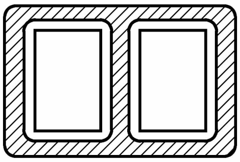
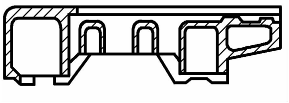
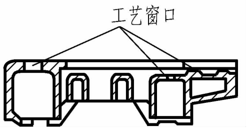
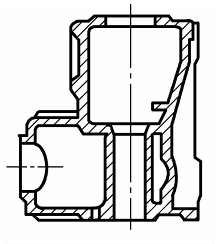
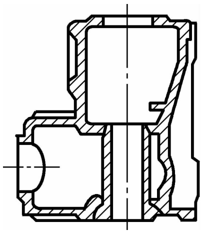
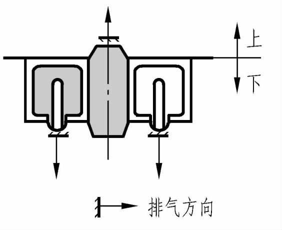
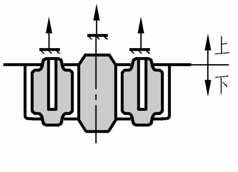
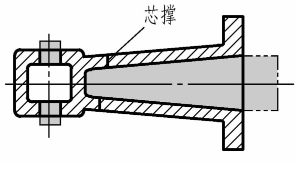
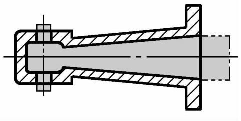
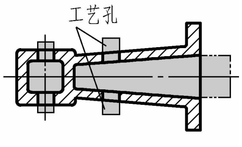
（续）

设计要求	结构要求	图例		说明
		不合理结构	合理结构	
造型方便	增加砂型强度			离平面很近或相切的圆凸台砂型不牢
				圆凸台侧壁的沟缝处容易落砂，可改为机械加工平面
				间距较近的凸台可以考虑将其连接起来，以增加砂型强度
	便于取模			用垂直于分型面的平行线来检验，阴影部分不能取模
				
				避免使造模、取模产生困难的死角和内凹
				

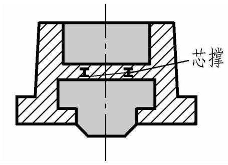
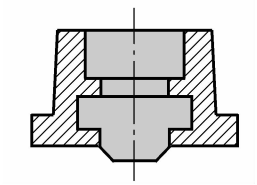
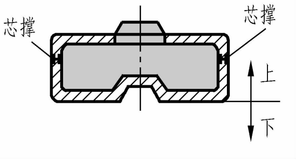
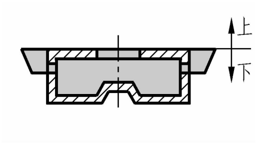
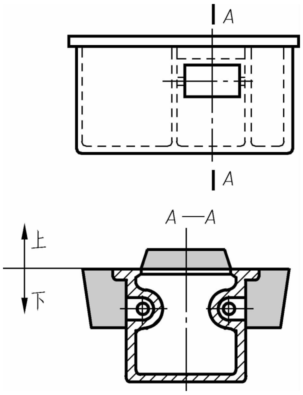
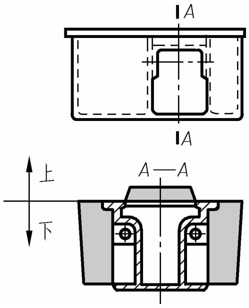
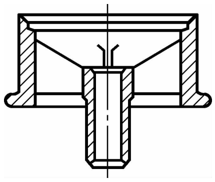
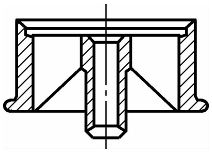
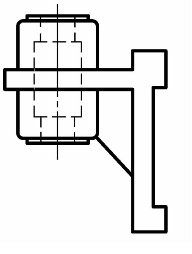
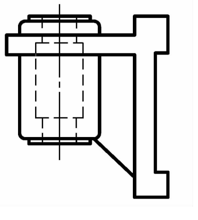
（续）

设计要求	结构要求	图例		说明
		不合理结构	合理结构	
造型方便	采用组合铸件			对于大型复杂件，在不影响其精度、强度及刚度要求的情况下，为使铸件的结构简单，可考虑分成几个铸件组成。如由整体改为分铸、螺栓联接；毂轮型铸钢件的法兰改成焊接组合
				
制芯方便	简化内腔，少用型芯			铸件内腔形状应尽量简单，少用型芯，并简化芯盒结构
				
				在满足强度和刚度要求的情况下，将箱形结构改为肋骨形结构，可省去型芯
				
				将内腔做成开式，可以省去型芯
				
				内腔的狭长肋需要狭窄沟缝的型芯不易刷涂料，应尽可能避免

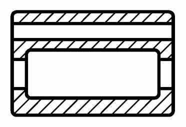
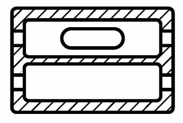
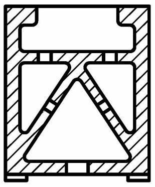
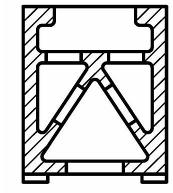
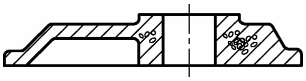
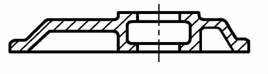
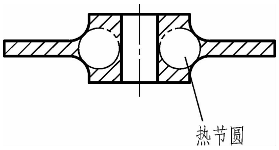
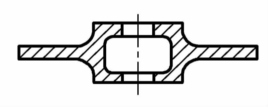
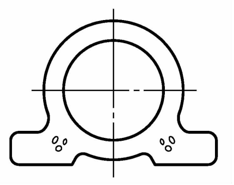
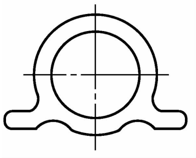
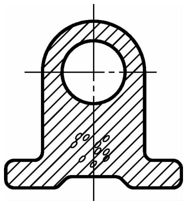
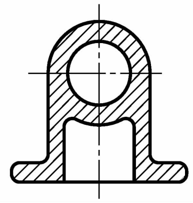
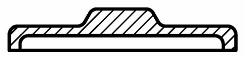
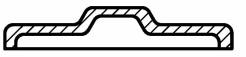
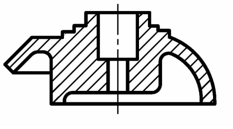
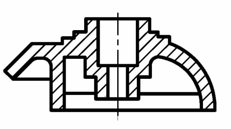
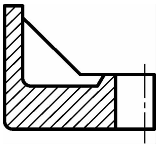
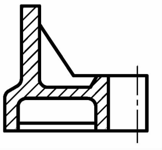
（续）

设计要求	结构要求	图例		说明
		不合理结构	合理结构	
制芯方便	简化内腔，少用型芯			在结构允许的条件下，采用对称结构可减少制造木模和型芯的工作量
				
	便于固定型芯			设置固定型芯的专用工艺窗口
				铸件改为组合结构后，型芯结构简单，固定稳固，易保证铸件的壁厚
合箱方便	下芯和排气方便			有利于型芯的固定和排气
				尽量避免采用悬臂芯，可连通中间部分，若不允许改变结构，可设工艺孔，以加强型芯的固定和排气
				

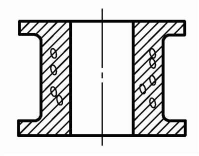
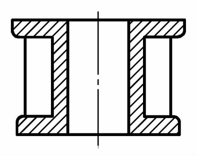
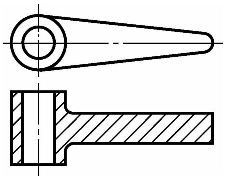
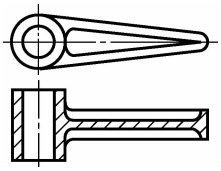
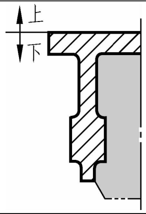
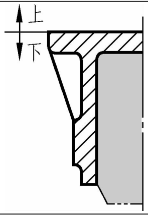
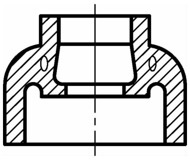
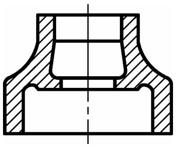
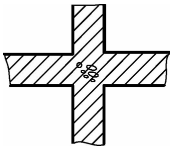
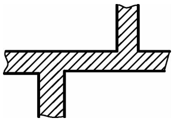
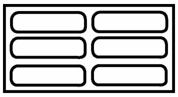
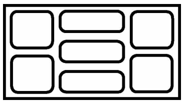
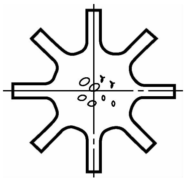
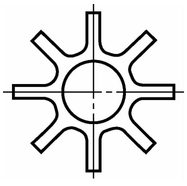
（续）

设计要求	结构要求	图例		说明
		不合理结构	合理结构	
合箱方便	下芯和排气方便			减少型芯，不用芯撑
				
				缩小铸件的轮廓尺寸，可减小砂箱体积，降低造型费用
	减少砂箱体积			缩小铸件的轮廓尺寸，可减小砂箱体积，降低造型费用
				

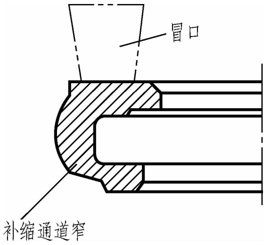
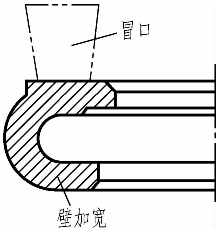
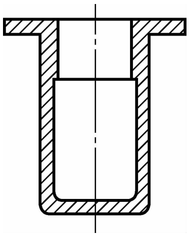
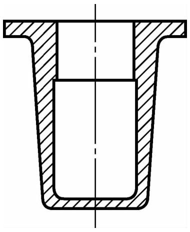
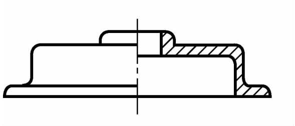
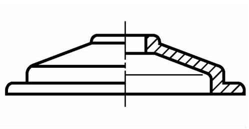
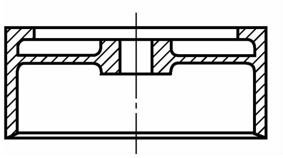
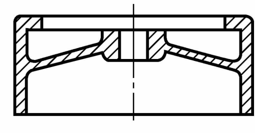
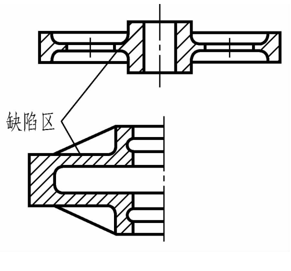
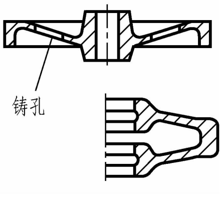
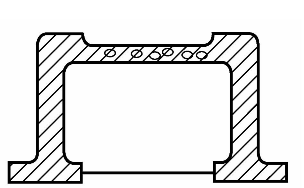
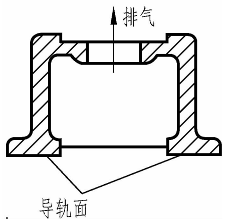
（续）

设计要求	结构要求	图例		说明
		不合理结构	合理结构	
清砂方便	留有足够清理空间			狭长内腔不便于制芯和清铲,应尽可能避免
				在保证具有一定刚度的前提下,可加大清铲窗孔,以便于清砂及破除芯骨
避免缩孔与疏松	壁厚要均匀			壁厚尽量均匀,以利于金属同时凝固
				
				
				
				
				采用加强肋代替整体厚壁铸件
				

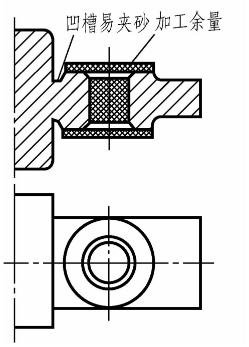
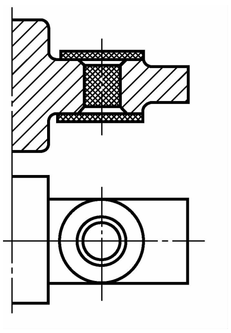
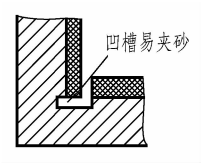
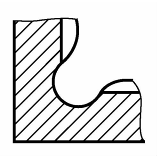
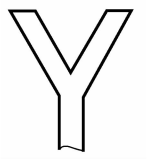
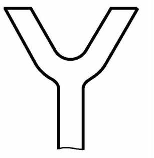
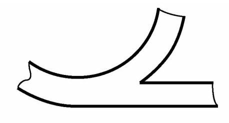
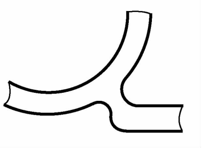
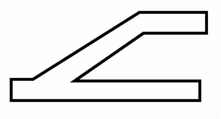
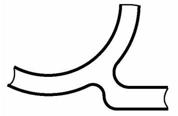
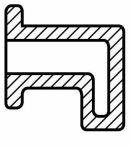
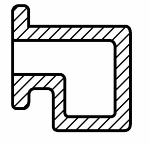
（续）

设计要求	结构要求	图例 不合理结构	 合理结构	说明
避免缩孔与疏松	壁厚要均匀			采用加强肋代替整体厚壁铸件
				
		 	 	为减少金属的积聚，将双面凸台改为单面凸台
				壁厚不均匀易产生气孔和缩孔
	肋或壁尽量避免交叉			尽量不采用十字交叉结构，以减少金属积聚
				
				交叉肋的交点应放置环形结构

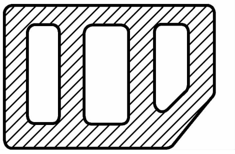
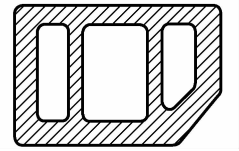
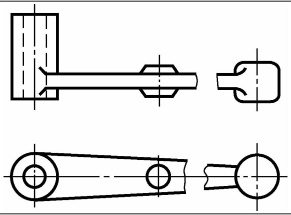
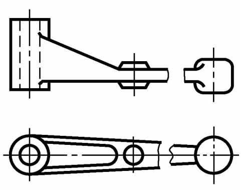
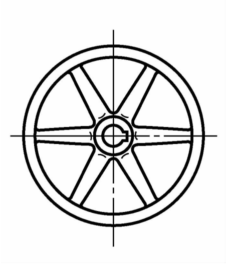
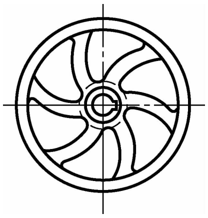
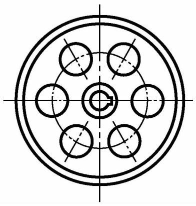
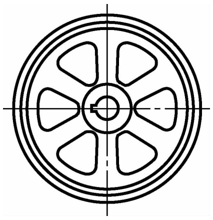
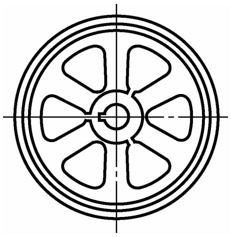
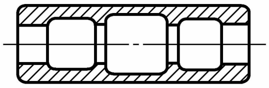
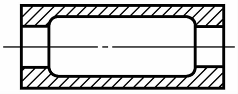
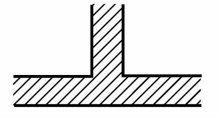
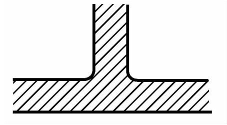
（续）

设计要求	结构要求	图例		说明
		不合理结构	合理结构	
避免缩孔与疏松	避免补缩不良			易产生缩松处难以安放冒口，故加厚与该处连通的壁厚，加宽补缩通道
				考虑到顺序凝固，以利于逐层补缩，缸体壁应设计成上厚下薄
减少气孔和夹渣	避免过大的水平面			尽量减少较大的水平面，尽量采用斜面，便于金属中夹杂物和气体上浮排除，并减小内应力 铸孔的轴线应与起模方向一致
				
				
				避免薄壁和大面积封闭，使气体能充分排除，浇铸时，重要面应在下部，以便于金属补给

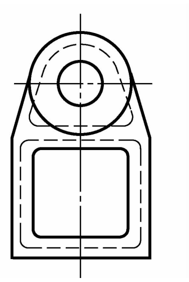
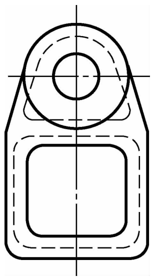
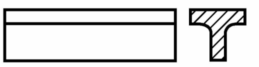
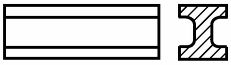
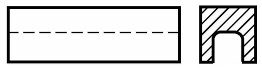
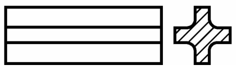
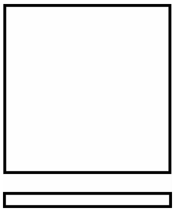
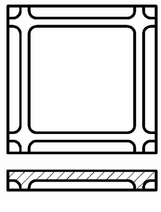
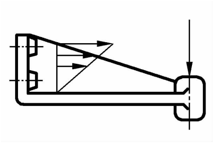
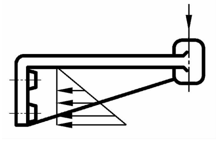
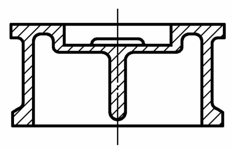
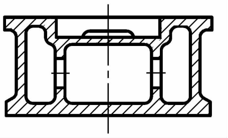
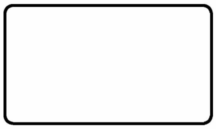
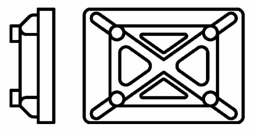
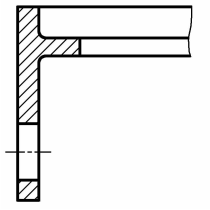
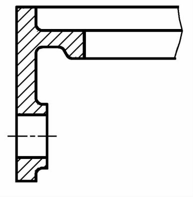
（续）

设计要求	结构要求	图例		说明
		不合理结构	合理结构	
避免烧结时粘砂	避免使用小凹槽			改进凹槽结构，以减少金属积聚
				
	避免尖角			尖角改成圆角，避免尖角处烧结过热而粘砂
				
				
	避免狭小的内腔			在满足要求的前提下，尽量将内腔增大

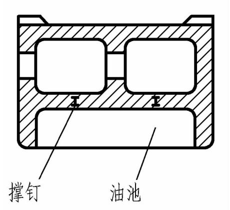
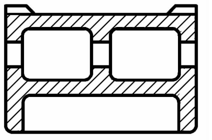
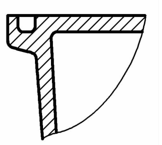
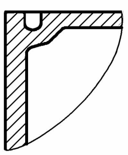
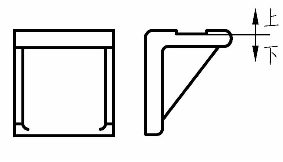
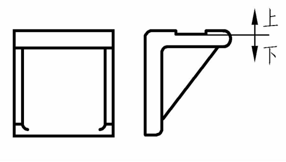
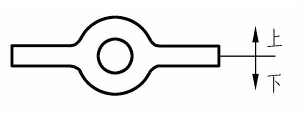
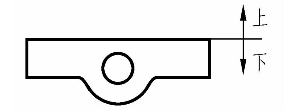
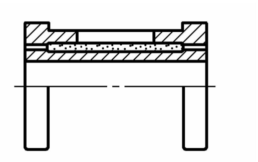
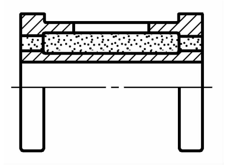
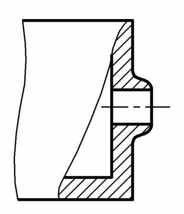
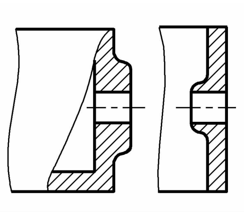
（续）

设计要求	结构要求	图例 不合理结构	 合理结构	说明
避免裂纹	避免内壁太厚			铸件内壁的厚度应略小于铸件外壁的厚度,使整个铸件均匀冷却
	避免截面突变			突变截面处应有缓和的过渡结构
	避免收缩时受阻		 	避免阻碍收缩的结构,如比较大的飞轮、带轮、齿轮的轮辐可做成弯曲的辐条或有孔辐板
				大型轮系件,可在轮毂处做出缝隙(缝隙大小约 30mm),以防止裂纹
				没有肋的框形内腔冷却时均能自由收缩,不会产生裂纹
	避免直角过渡			在直角处设置过渡圆角

（续）

设计要求	结构要求	图例		说明
		不合理结构	合理结构	
避免裂纹	过渡圆角不能太小			铸件方孔四个角的圆角半径不应太小，一般方孔小于 200mm 时，圆角半径取 10～15mm，方孔大于 200mm 时，圆角半径取 10～20mm
避免变形	合理设计截面形状			细长件、大的平板件在收缩时容易挠曲变形，设计时应正确选择零件的截面形状（如对称截面）并合理设置加强肋
				
				
				铸件抗压强度大于抗弯强度和抗拉强度，设计时应合理利用铸件的这一特性
	合理设计加强肋			不增加壁厚，合理增加加强肋来提高零件刚度
				较大的薄板在冷却时易扭曲，应适当增加加强肋
	设计必要的凸台			孔的周围增加凸台，可提高零件的刚度

（续）

设计要求	结构要求	图例		说明
		不合理结构	合理结构	
避免渗漏	合理考虑撑钉			液体容器避免使用撑钉，以防渗油。右图的泥芯可在两端固定，不用撑钉
避免损伤	避免比较薄弱的凸出结构			较大铸件尽量避免较薄弱的易损坏的凸出部分
避免错箱	同一零件避免在两个砂箱铸出			同一铸件尽量在一个砂箱中形成，避免因错箱而造成尺寸误差和影响外形美观
				
形状和尺寸要符合要求	内腔不能太小			铸件两壁之间的型芯厚度一般应不小于两边壁厚的总和，以免两壁熔接在一起
	外部凸台不能太小			大件中部凸台的位置尺寸不宜保证，铸造偏差较大，应考虑将凸台尺寸加大，或移至箱体内部

2. 铸件图的绘图示例

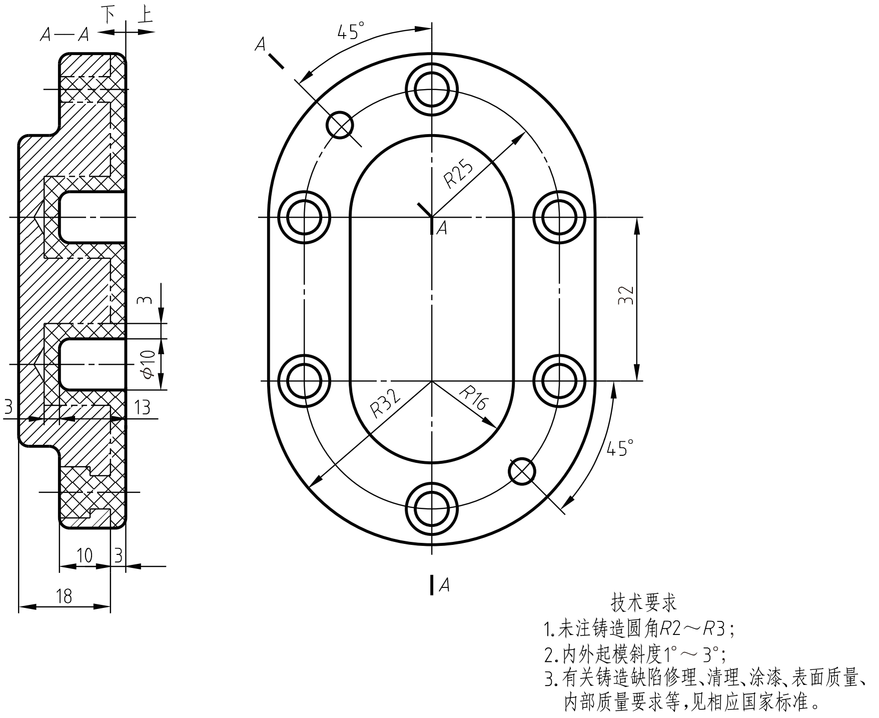
铸件图是反映铸件实际尺寸、形状和技术要求的图样，它是铸造生产、铸件检验与验收的主要依据。铸件图一般是由铸造厂家在产品工艺开发阶段，在产品图样的基础上添加起模斜度、加工余量、不铸出的孔和槽以及尺寸等技术要求而绘制的图样。铸件图可作为铸造生产、铸件检验与验收的依据。

铸件图的具体画法如下：

1）在铸件图上用粗实线表示铸件的外形轮廓；用细双点画线表示零件的外形；在粗实线与细双点画线之间标注加工余量数值；在剖面图上用网格线表示加工余量或不铸孔、槽等。

2）尺寸的标注多以零件尺寸为基准，即铸件图上标出零件的实际尺寸，加工余量（包括起模斜度）等则在零件的尺寸线上向外标注，不铸的孔和槽均不标注尺寸，铸件图也应用符号标出分型面。

3）铸件图上还应标出公差、硬度、不允许出现的铸造缺陷及检验方法等技术要求。图 5-1 为齿轮油泵中泵盖的铸件图，图 5-2 为泵盖铸件的立体图。



技术要求
1.未注铸造圆角R2～R3;
2.内外起模斜度1°～3°;
3.有关铸造缺陷修理、清理、涂漆、表面质量、内部质量要求等，见相应国家标准。

图 5-1　齿轮油泵中泵盖的铸件图

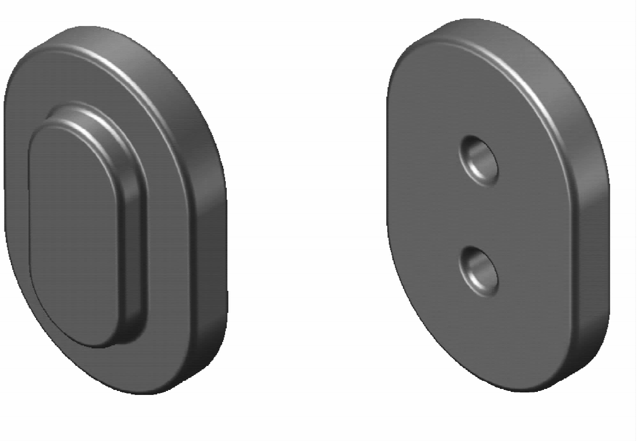


图 5-2　泵盖铸件的立体图

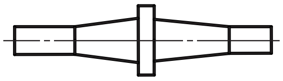
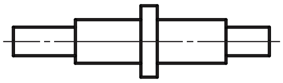
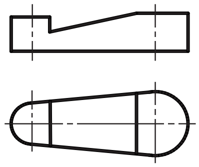
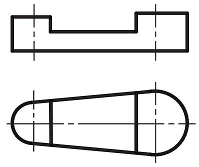
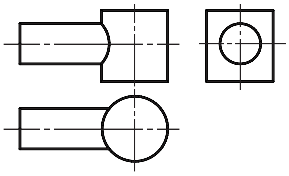
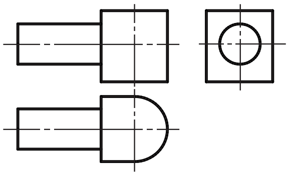
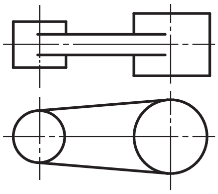
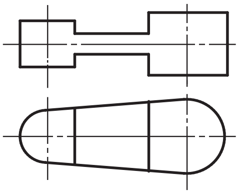
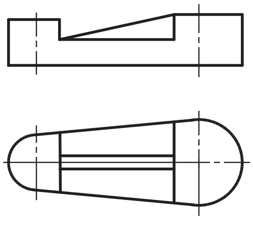
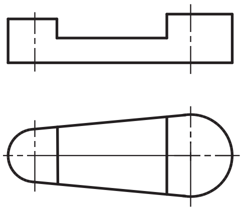
5.1.2 锻件

1. 锻件的合理结构

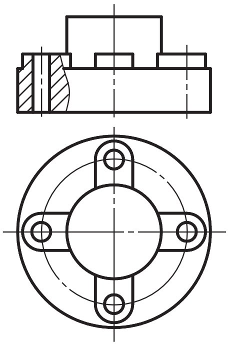
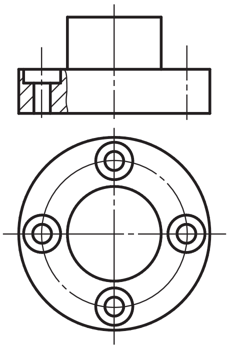
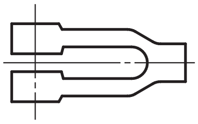
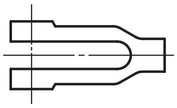
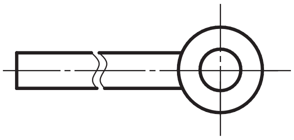
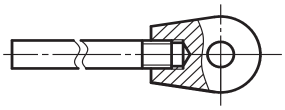
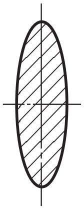
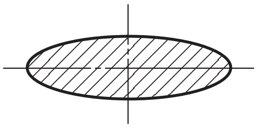
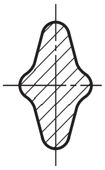
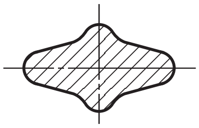
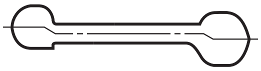
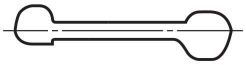
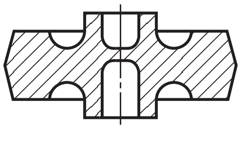
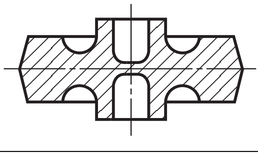
机械制造中，常用锻压来制造毛坯或零件。锻造过程是指将金属坯料加热到适当温度，利用锻锤或压力机进行锤击、加压，使之产生塑性变形，从而获得所需的结构和形状。锻造的方法很多，一般分为自由锻造、模型锻造和特种锻造三类。锻件的结构直接影响到锻造加工过程，如果结构设计不合理，有可能使锻造困难或无法锻造，因此应根据锻造类型来合理地设计锻件的结构。

锻件的合理结构见表5-2。

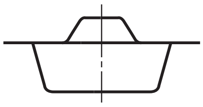
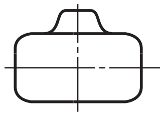
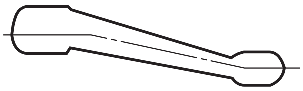
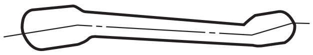
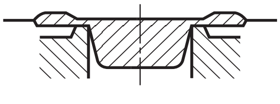
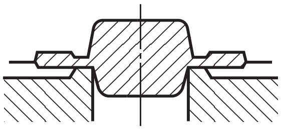
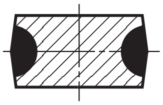
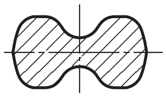
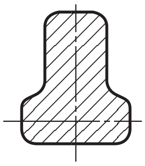
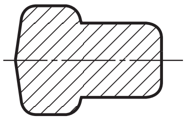
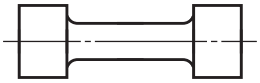
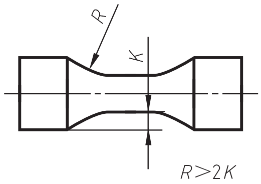
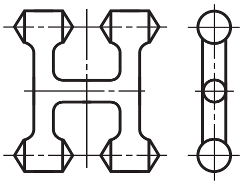
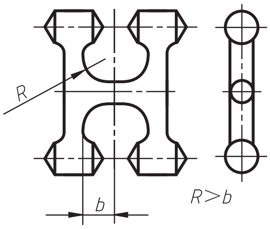
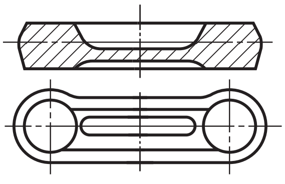
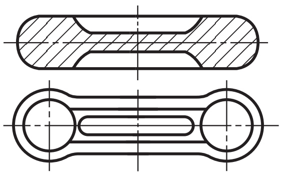
表5-2 锻件的合理结构

锻件类型	结构设计要求	图例		说明
		不合理结构	合理结构	
自由锻件	避免锥形结构			锥形结构不能锻造
	避免斜面结构			斜面结构无法锻造成形
	避免圆柱与圆柱相贯			无法锻造圆柱与圆柱的相贯线，采用平面与圆柱面相交
	避免圆柱与平面连接			平面与圆柱面连接处无法锻造
	避免肋或工字形截面			肋板结构不能锻造，用加厚平板结构来代替

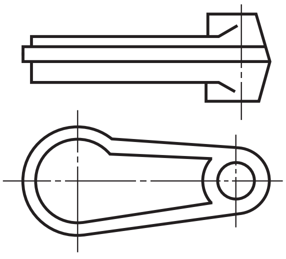
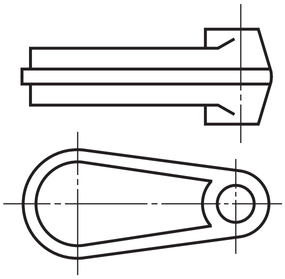
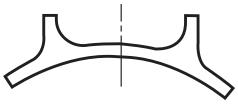
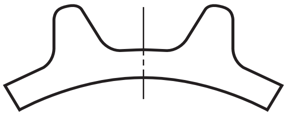
（续）

锻件类型	结构设计要求	图例		说明
		不合理结构	合理结构	
自由锻件	避免外形凸台			外形凸台锻造困难
	避免叉形件内凸台			叉形件内不设计凸台
	具有骤变的横截面,设计为锻件组合			骤变结构用多个锻件通过机械连接方式或焊接成形
模锻件	合理设计分型面			为使金属更容易填充模膛,分型面应选在最大截面处
				
				分型面应为一个平面,以简化锻造模具的制造
				

（续）

锻件类型	结构设计要求	图例		说明
		不合理结构	合理结构	
模锻件	合理设计分型面			上下模膛轮廓相同，以便于及时发现错模
				合理选择分型面，以减少错移量
				保证飞边能被切除干净
	脱模方便			截面形状要便于脱模
				
	圆角大小要合理			圆角太小，模具易发生裂纹；圆角太大，加工余量大，成本高
				
	简化模具的设计与制造			尽量将零件设计成对称结构

（续）

锻件类型	结构设计要求	图例		说明
		不合理结构	合理结构	
模锻件	简化模具的设计与制造			尽量将零件设计成对称结构
				高而薄的肋无法锻造成形

2. 锻件图的绘图示例

绘制零件图的方法同样适合于绘制锻件图，但绘制锻件图还有以下特殊规定：

1）锻件图中锻件轮廓线用粗实线绘制；零件轮廓线用双点画线绘制；锻件分型线用点画线绘制。

2）锻件图中应包含机械加工余量的大小，标注尺寸时，锻件尺寸数字应标注在尺寸线的中上方，零件相应部分的尺寸数字标注在该尺寸线的中下方括号内。

3）对模锻后有精压要求的锻件，在精压面尺寸线上标明精压尺寸数字与公差，并在精压尺寸数字上方注明精压前的模锻尺寸数字与公差，再分别于相应尺寸数字后注明“精压”和“模锻”。

4）锻件图中标出第一道机械加工工序的定位基准面，以“__╱╲__”表示。基准面应避免选在锻件分型线上。

5）用双点画线和文字注明外廓包容体。

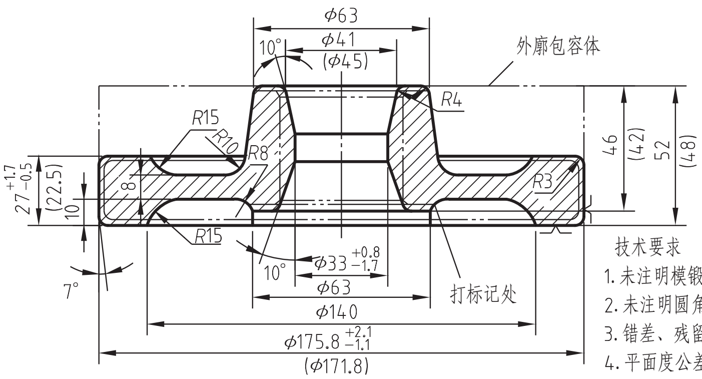
图 5-3 为一齿轮零件的锻件图，图 5-4 为齿轮锻件立体图。齿轮零件的外径为 171.8mm，高 48mm。按要求确定锻件的外径、内径和高度余量为 2.0mm；基本模锻斜度为 7°和 10°；圆角半径分别为 3mm、4mm、8mm、10mm 和 15mm；外径为 175.8mm，孔径为 33mm，齿轮宽度为 27mm。

5.1.3 钣金件

1. 钣金件的合理结构

钣金件的特点是厚度较薄，长宽尺寸较大，不宜用在承受横向弯曲载荷的场合。钣金件主要的加工工艺是下料、成形和连接，其中下料方法有剪切和冲裁，成形方法有折叠、弯曲、卷边和拉深，连接方法包括焊接和粘结。钣金件的结构设计应当考虑实际加工工艺的要求。

常用钣金件的合理结构见表 5-3。



技术要求

1. 未注明模锻斜度为7°。
2. 未注明圆角半径为R3。
3. 错差、残留飞边可达1。
4. 平面度公差可达0.8。
5. 表面缺陷深度在加工表面不大于实际加工余量的1 2;
在不加工表面不大于厚度公差的1 3。
6. 热处理硬度156～207HBW。
7. 清除氧化皮。

图 5-3　齿轮锻件图

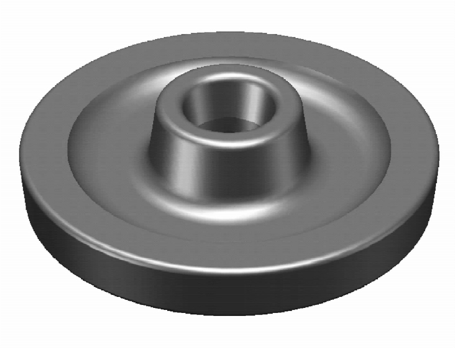
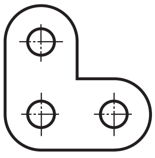
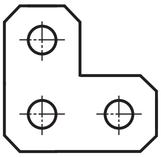
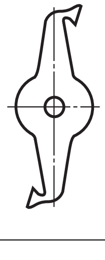
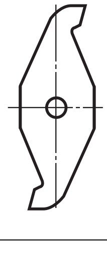
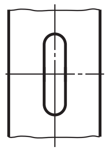
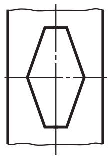
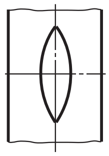
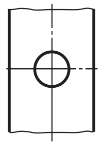
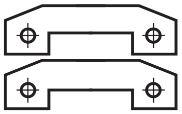
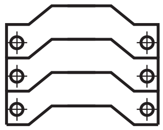
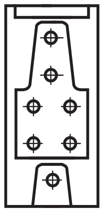
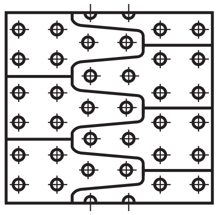
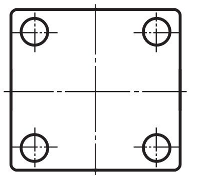
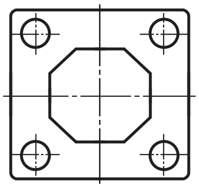
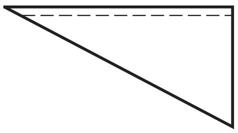
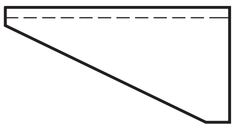
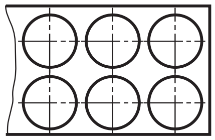
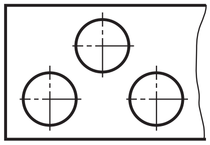
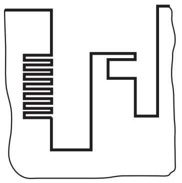
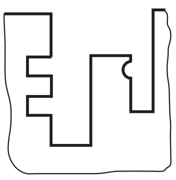


图 5-4　齿轮锻件立体图

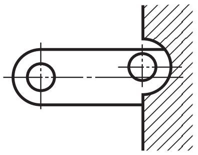
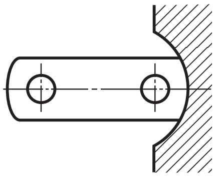
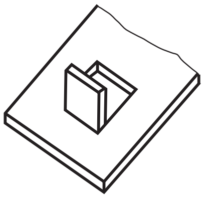
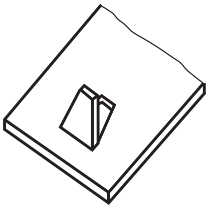
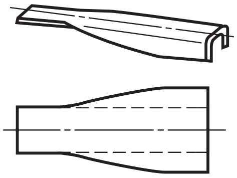
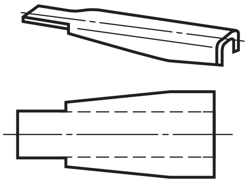
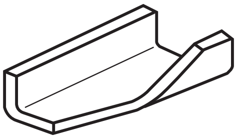
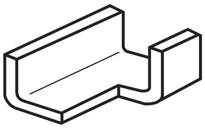
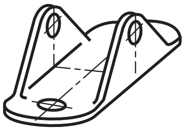
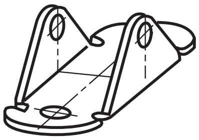
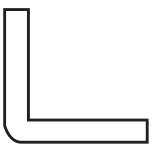
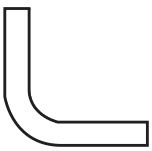
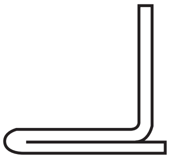
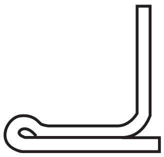
表 5-3　钣金件的合理结构

加工工艺	结构设计要求	图例		说明
		不合理结构	合理结构	
下料	切割面几何形状要简单			切割面几何形状越简单，下料就越简单、方便，切割的路径就越短，切割量也就越小。如直线比曲线简单，圆比椭圆及其他高阶曲线简单，规则图形比不规则图形简单
				

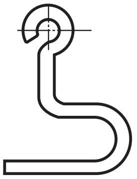
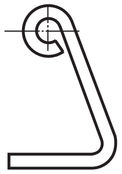
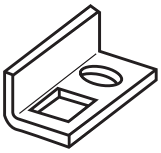
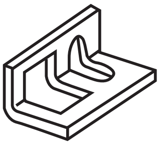
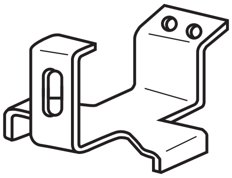
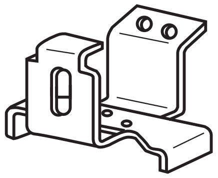
（续）

加工工艺	结构设计要求	图例		说明
		不合理结构	合理结构	
下料	切割面几何形状要简单			切割面几何形状越简单,下料就越简单、方便,切割的路径就越短,切割量也就越小。如直线比曲线简单,圆比椭圆及其他高阶曲线简单,规则图形比不规则图形简单
				
	减少下脚料,节省原材料,降低成本			减少相邻两构件之间的距离
				合理排列相邻两个构件
				在满足强度要求的情况下,将大平面处的材料切下,用于小的构件
	局部区域要满足强度要求			尖角刚度较差,用钝角来代替
				孔间距离太小,切割时易产生裂纹
				细长板条刚度较低,在剪切时易产生裂纹,尤其对刀具的磨损严重,所以应尽量避免细长板条结构

（续）

加工工艺	结构设计要求	图例		说明
		不合理结构	合理结构	
下料	保证冲裁加工的可靠性			避免因复杂的圆形结构而造成对刀困难，从而影响精度和外观
	避免冲裁、切割时粘刀			切割面上留有一定的小坡度
成形	弯曲棱边应垂直于切割面			为避免交汇处产生裂纹，弯曲棱边应垂直于切割面
				
	当弯曲棱边不能垂直时，在弯曲处挖一圆角			当垂直要求不能满足时，应在弯曲棱边处挖去一个半径大于板厚两倍的圆角
	弯曲应平缓			陡峭的弯曲需特殊的工具，加工成本高。且过小的弯曲半径易产生裂纹，在内侧面上还会出现皱折，所以应采用平缓的弯曲结构
				

（续）

加工工艺	结构设计要求	图例		说明
		不合理结构	合理结构	
成形	避免较小的圆形卷边			圆形卷边不易加工
	避免槽边缘弯曲			弯曲区受力状态复杂，且强度较低，因此弯曲棱边和槽孔棱边要相距一定的距离
组合	复杂结构用组合方式构建			空间结构比较复杂的构件，完全靠弯曲成形比较困难。可用简单结构，通过螺栓联接或焊接组合形成

2. 钣金件的绘图示例

钣金图样与一般机械图样在绘图时有些不同：钣金结构有时需要附加局部的或整个下料用的展开图，可以与视图绘制在一起（展开图用双点画线表示），也可以单独绘制；在展开图中，用细实线表示折弯界限；钣金图样中，通孔不做剖视，也不画虚线。

图 5-5 为一个网卡固定架的钣金图。图中的通孔不做剖视，也不用虚线表达。图 5-6 为网卡固定架的立体图。

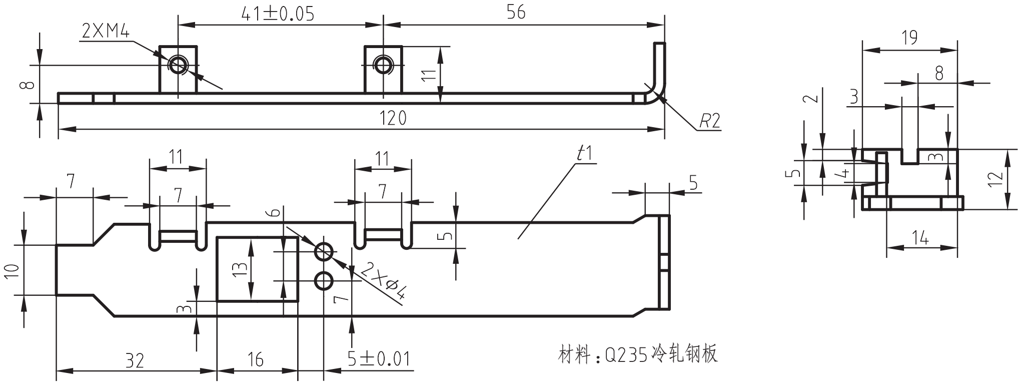


图 5-5　网卡固定架的钣金图

5. 1. 4　焊接件

1. 焊接件的合理结构

在焊接结构的生产制造中，除考虑使用性能之外，还应考虑制造时焊接工艺的特点及要求，才能保证在较高的生产率和较低的成本下，获得符合设计要求的产品质量。

焊接件的结构工艺性应考虑到各条焊缝的可焊接性、焊缝质量，焊接工作量、焊接变

形、材料的合理应用、焊后热处理等因素，具体主要表现在焊缝的布置、焊接接头和坡口形式等几个方面。焊缝的合理布置见表 5-4，常见的焊接接头形式见表 5-5。

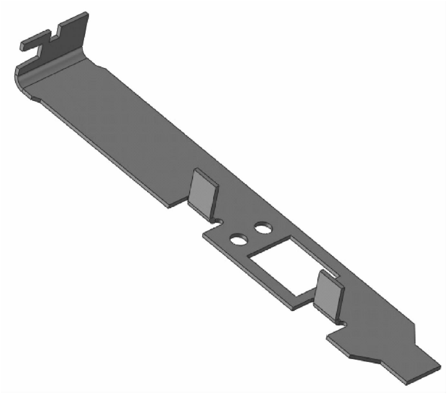
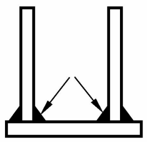
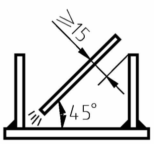
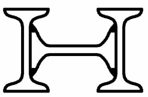
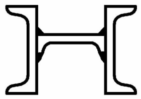
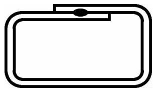
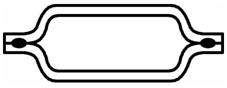
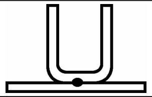
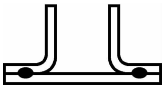
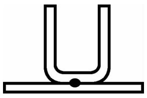
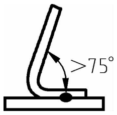
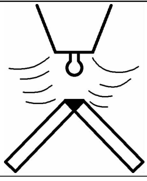
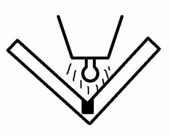
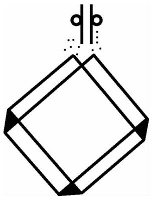
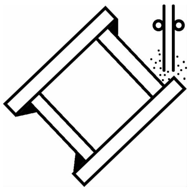


图 5-6　网卡固定架的立体图

表 5-4　焊缝的合理布置

结构设计要求	图例		说明
	不合理结构	合理结构	
有足够的施焊操作空间			用焊条电弧焊焊接时，需留有足够的施焊空间
			
合理布置电极位置			点焊或缝焊时，应合理布置电极位置
			
			
保护融化金属			气体保护焊时，要考虑气体的保护作用
			埋弧焊时，要考虑接头处有利于熔渣形成封闭空间

（续）

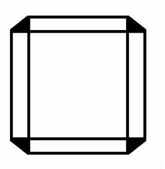
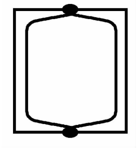
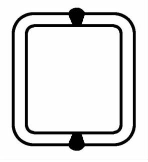
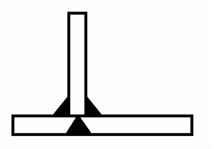
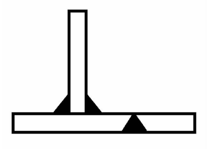
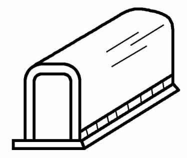
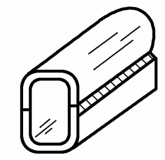
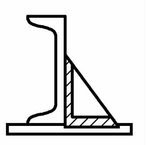
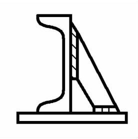
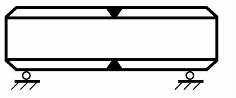
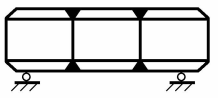
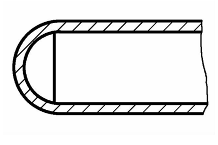
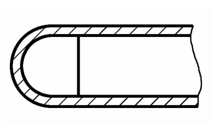
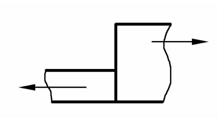
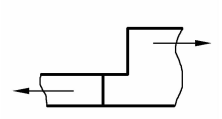
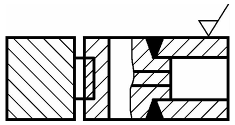
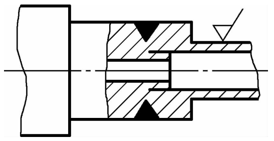
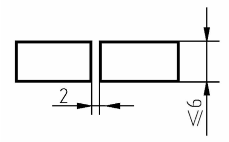
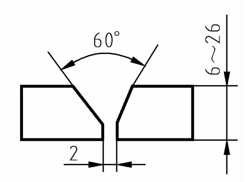
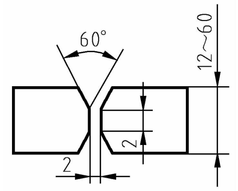
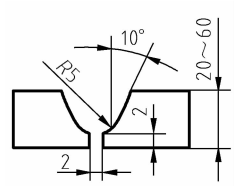
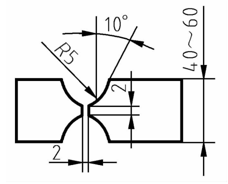
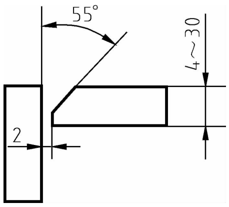
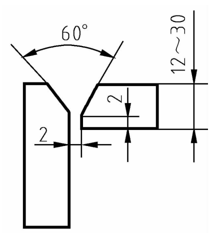
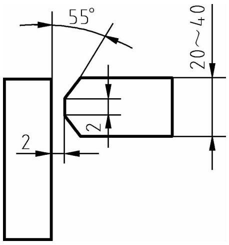
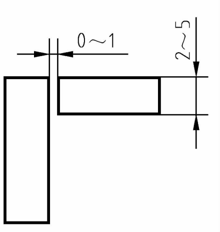
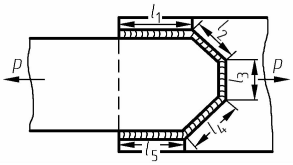
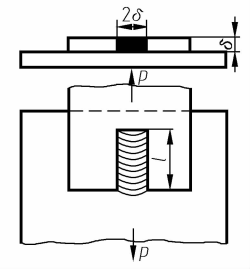
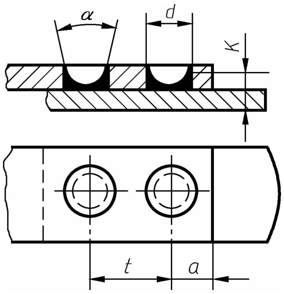
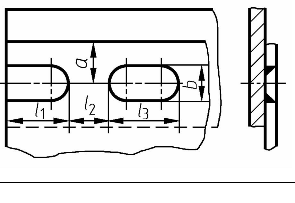
结构设计要求	图例		说明
	不合理结构	合理结构	
减少焊缝数量			采用型材、管材、冲压件、锻件和铸钢件等作为被焊材料，不仅能减小焊接应力和变形，还能减少焊接材料消耗，提高生产率
			
分散布置焊缝			焊缝集中分布容易使接头过热，材料的力学性能降低。两条焊缝的间距一般要求大于三倍或五倍的板厚
对称分布焊缝			焊缝的对称布置可以使各条焊缝的焊接变形相抵消，对减小梁柱结构的焊接变形有明显的效果
			
焊缝应避开最大应力和应力集中部位			为防止焊接应力与外加应力相互叠加，造成过大的应力而导致工件开裂，应避开最大应力和应力集中部位
			
			
焊缝应尽量避开机械加工面			一般情况下，焊接工序应在机械加工工序之前完成，焊缝应尽量避开机械加工面，以防止焊接损坏机械加工表面

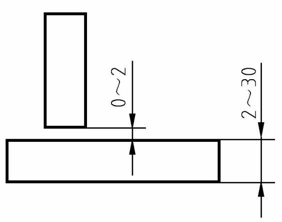
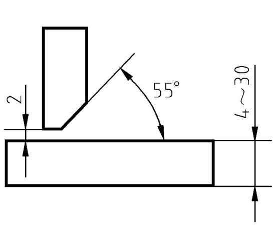
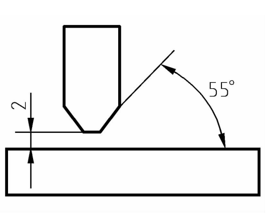
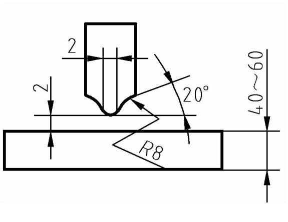
表 5-5　常见的焊接接头形式

焊接接头形式	坡口形式	图例	说明
对接接头	不开坡口		对接接头是指将同一平面上的两个被焊工件的边缘相对焊接时的接头。它是各种焊接结构中采用最多、最完善的一种接头形式，具有受力好、强度大和节省金属材料的特点。但是，由于是两焊件对接连接，被连接件边缘加工及装配要求则较高。在焊接生产中，通常使对接接头的焊缝略高于母材板面。由于余高的存在，造成构件表面不光滑，在焊缝与母材的过渡处会引起应力集中
	Y 形坡口		
	双 Y 形坡口		
	U 形坡口		
	双 U 形坡口		
角接头	单边 V 形坡口		角接头是指两钢板成一定角度，在钢板边缘焊接的接头。角接头多用于箱形构件、骑座式管接头和筒体之间、小型锅炉中火筒和封头之间的连接 采用单面焊的角接头承受反向弯矩的能力极低，除了钢板很薄或不重要的结构外，一般都应开坡口两面焊，否则不能保证质量 角接头便于组装，能获得美观的外形，但其承载能力较差，通常只起连接作用，不能用来传递工作载荷
	Y 形坡口		

（续）

焊接接头形式	坡口形式		图例	说明
角接头	K 形坡口			角接头是指两钢板成一定角度，在钢板边缘焊接的接头。角接头多用于箱形构件、骑座式管接头和筒体之间、小型锅炉中火筒和封头之间的连接 采用单面焊的角接头承受反向弯矩的能力极低，除了钢板很薄或不重要的结构外，一般都应开坡口两面焊，否则不能保证质量 角接头便于组装，能获得美观的外形，但其承载能力较差，通常只起连接作用，不能用来传递工作载荷
	不开坡口			
搭接接头	端部和侧面之间焊接			搭接接头即两块板料相叠进行焊接时的接头。可以在端部或侧面进行角焊，或用塞焊缝、槽焊缝进行焊接 搭接接头中两钢板中心线不一致，受力时会产生附加弯矩，影响焊缝强度，而且搭接接头会使构件形状发生比较大的变化，造成应力集中情况也比较复杂，且分布也不均匀，因此，一般锅炉、压力容器等主要受压元件的焊缝均不采用搭接接头来焊接
	开槽焊搭接接头			
	塞焊	圆孔内塞焊		
		长孔内塞焊		

（续）

焊接接头形式	坡口形式	图例	说明
T 形接头	不开坡口		T 形接头是将相互垂直的两个件采用角焊连接起来的接头。T 形接头广泛应用在船体结构和机床焊接结构，以及各种箱形结构中。在压力容器制造中。插入式管子与筒体之间的连接也均用这种接头 T 形接头能承受各种方向的力和力矩，是各种箱形结构中最常见的接头形式。T 形接头焊缝向母材过渡较急剧，因此在角焊缝根部和趾部都有很大的应力集中，焊接时，保证焊透是降低 T 形接头应力集中的重要措施之一
	单边 Y 形坡口		
	K 形坡口		
	单边双 U 形坡口		

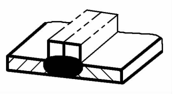
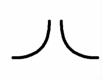
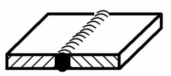
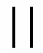
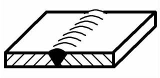
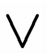
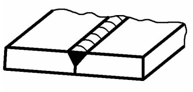
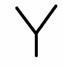
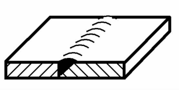
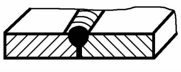
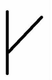
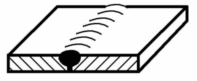
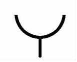
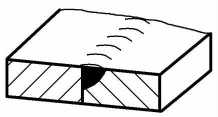
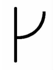
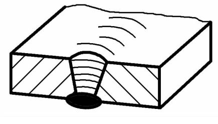
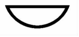
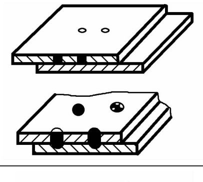
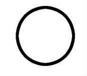
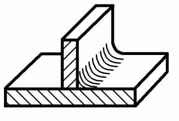
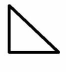
2. 焊缝符号

GB/T 324—2008 规定了焊缝符号的表示规则，其适用于焊接接头的符号标注；在技术图样或文件上需要表示焊缝或接头时，推荐采用焊缝符号。必要时，也可采用一般的技术制图方法表示。

焊缝符号应清晰表述所要说明的信息，不使图样增加更多的注解。完整的焊缝符号应包括基本符号、指引线、补充符号、尺寸符号及数据等。为简化标注，在图样上标注焊缝时，通常只采用基本符号和指引线，其他内容（如焊接工艺规程等）一般在相关文件中加以明确。

焊缝基本符号表示焊缝横截面的基本形式或特征，采用近似于横截面形状的符号来表示，见表 5-6；标注双面焊焊缝或接头时，基本符号可以组合使用，见表 5-7；焊缝补充符号用来补充说明有关焊接或接头的某些特征（如表面形状、衬垫、焊缝分布、焊接地点等），标注方法见表 5-8。

表 5-6　焊缝基本符号

名称	示意图	基本符号
卷边焊缝 （卷板完全溶化）		
I 形焊缝		
V 形焊缝		
带钝边 V 形焊缝		
单边 V 形焊缝		
带钝边单边 V 形焊缝		
带钝边 U 形焊缝		
带钝边 J 形焊缝		
封底焊缝		
点焊缝		
角焊缝		

（续）

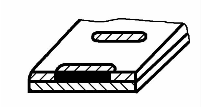
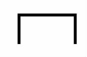
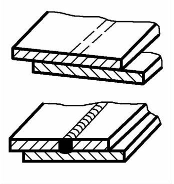
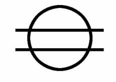
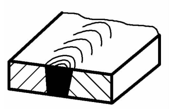
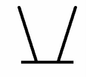
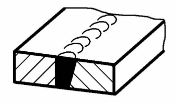
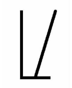
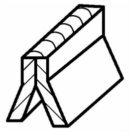
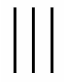
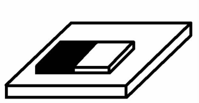
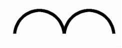
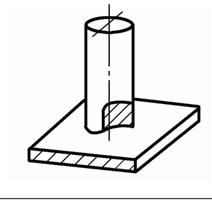
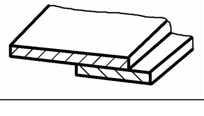
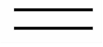
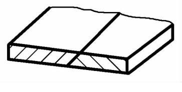
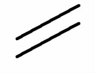
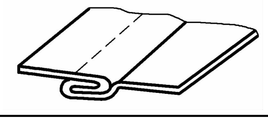
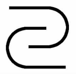
名称	示意图	基本符号
塞焊缝或槽焊缝		
缝焊缝		
陡边 V 形焊缝		
陡边单 V 形焊缝		
端焊缝		
堆焊缝		
平面连接（钎焊）	 	
斜面连接（钎焊）		
折叠连接（钎焊）		

表 5-7　基本符号的组合符号

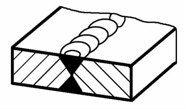
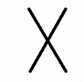
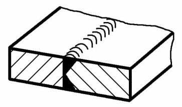
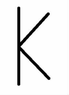
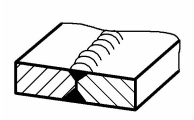
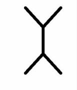
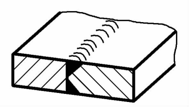
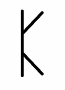
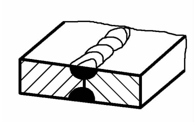
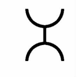
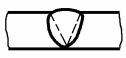
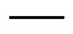
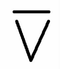
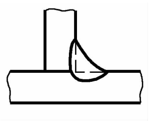
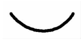
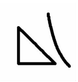
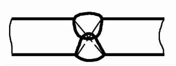
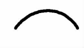
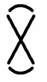
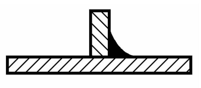
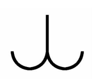
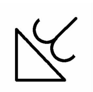
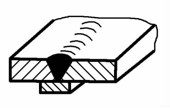
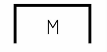
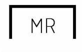
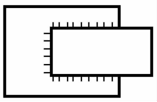
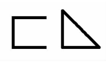
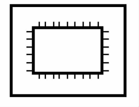
名称	示意图	组合符号
双面 V 形焊缝 （X 焊缝）		
双面单 V 形焊缝 （K 焊缝）		
带钝边双面 V 形焊缝		
带钝边双面单 V 形焊缝		
双面 U 形焊缝		

表 5-8　焊缝补充符号

名称	示意图	补充符号	标注位置	说明
平面符号				焊缝表面通常经过加工后平整
凹面符号				焊缝表面凹陷
凸面符号				焊缝表面凸起
圆滑过渡				焊趾处过渡圆滑
永久衬垫				衬垫永久保留
临时衬垫				衬垫在焊接完成后拆除

（续）

名称	示意图	补充符号	标注位置	说明
三面焊缝		⊏		三面带有焊缝
周围焊缝		○		沿着工作表面周边施焊的焊缝，标注位置为基准线与箭头的交点处
现场焊缝		⚑		在现场焊接的焊缝
尾部		<		可以表示所需的信息

3. 指引线

指引线由箭头线（细实线）和基准线（细实线和虚线）组成，如图 5-7 所示。

4. 基本符号和指引线的位置规定

在焊缝符号中，基本符号和指引线为基本要素。焊缝的准确位置通常由基本符号和指引线之间的相对位置决定，具体位置包括箭头线的位置、基准线的位置和基本符号的位置。

（1）箭头线和基准线的位置　箭头线中箭头直接指向的接头侧为“接头的箭头侧”，与之相对的为“接头的非箭头侧”，如图 5-8 所示。

基准线一般与图样的底边平行，必要时也可与底边垂直。实线和虚线的位置可根据需要互换。

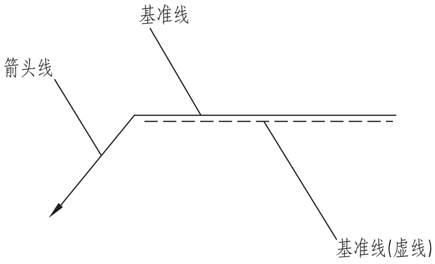


图 5-7　指引线

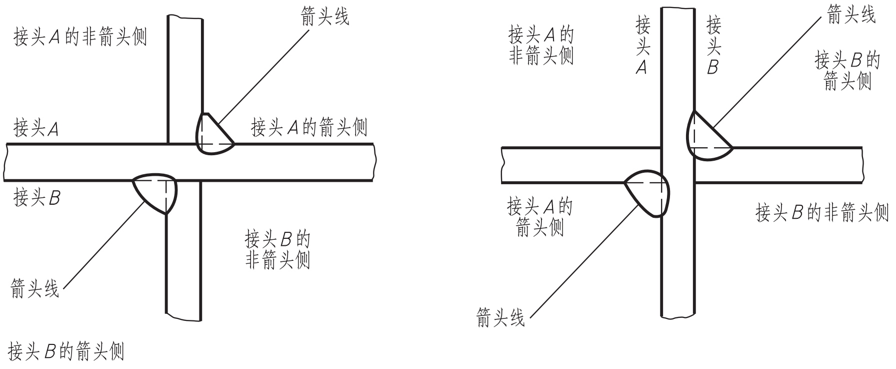


图 5-8　接头的“箭头侧”及“非箭头侧”示例

（2）基本符号与基准线的相对位置　如图 5-9 所示，基本符号在实线侧时，表示焊缝在箭头侧；基本符号在虚线侧时，表示焊缝在非箭头侧。

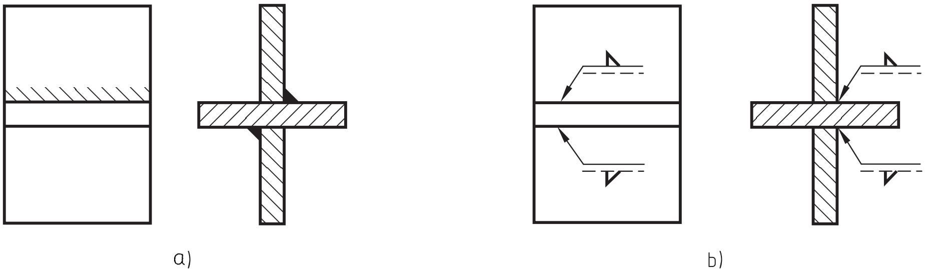


图 5-9　基本符号与基准线的相对位置标注示例

a）焊缝示意图　b）焊缝符号标注

对称焊缝允许省略虚线；在明确焊缝分布位置的情况下，有些双面焊缝也可以省略虚线，如图 5-10 所示。

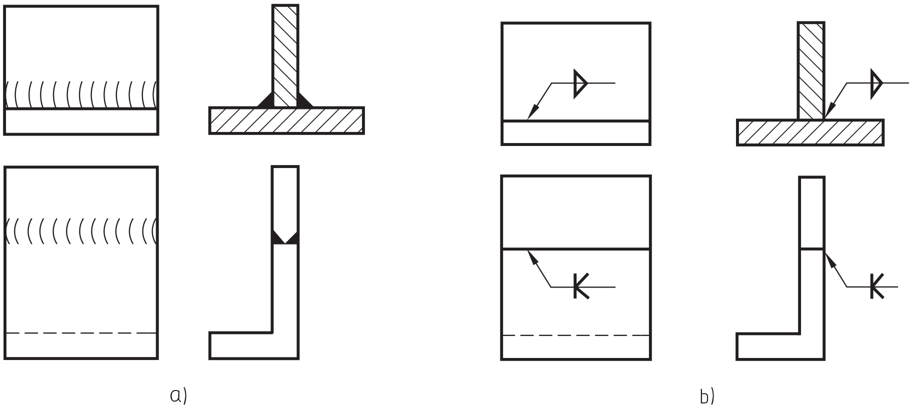


图 5-10　对称焊缝符号的标注示例

a）焊缝示意图　b）焊缝符号标注

5. 焊接件的绘图示例

焊接件的结构图实际上是装配图，但对于简单的焊接构件，一般不单独画出各构件的零件图，而是在结构图上标出各构件的全部尺寸。对于复杂的焊接构件，应单独画出主要构件的零件图，个别小构件仍附于结构总图上。由板料弯曲成形的构件，可附展开图。

在焊接结构图上，应表达出以下内容：

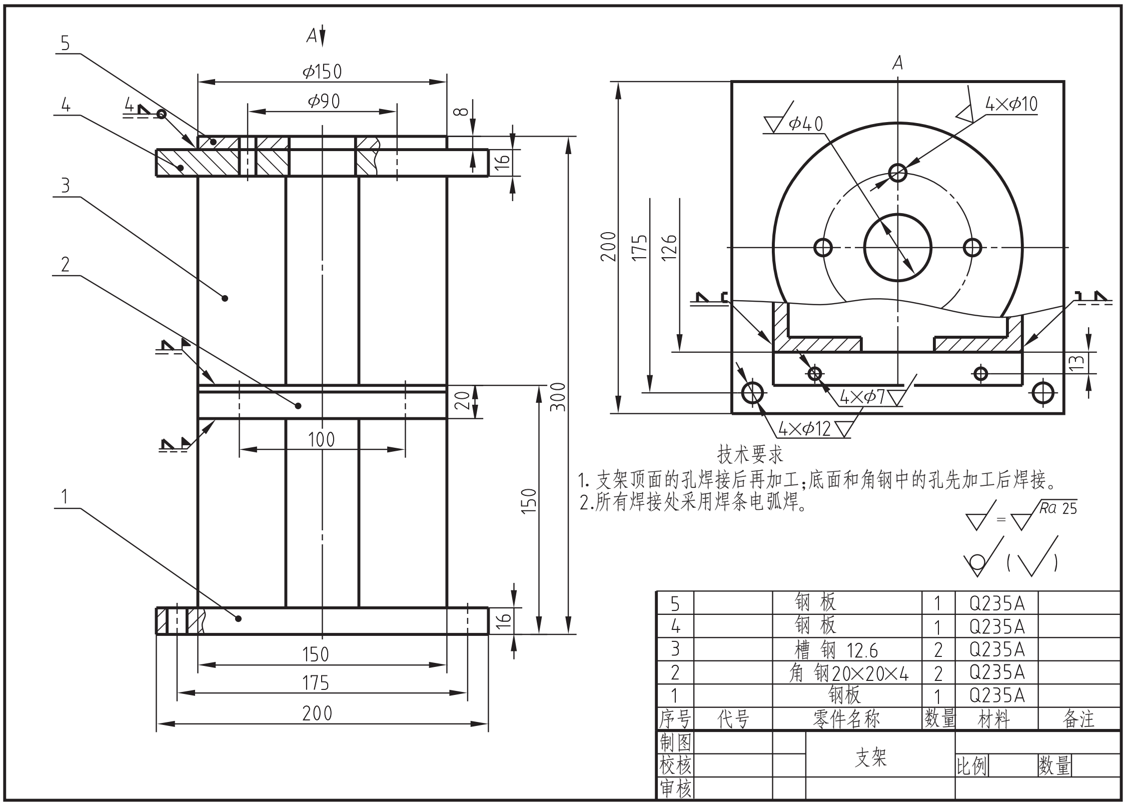
1）构成件的形状及各有关构成件之间的相互关系。

2）各构成件的装配尺寸及有关板厚、型材规格等。

3）焊缝符号和尺寸。

4）焊接工艺的要求。

如图 5-11 所示的支架焊接图，由 5 个构件焊接而成。主视图中有 3 处焊缝：5 号件与 4 号件采用角焊缝并沿着 5 号件周边进行焊接；2 号件与 3 号件之间采用角焊缝现场焊接。*A* 向视图中焊缝符号表达 1 号件、4 号件与 2 号件之间的焊接方法，采用角焊缝三面进行焊接。在技术要求中说明了焊接方法和加工方法。图 5-12 为支架的立体图。



技术要求

1. 支架顶面的孔焊接后再加工；底面和角钢中的孔先加工后焊接。
2. 所有焊接处采用焊条电弧焊。

序号	代号	零件名称	数量	材料	备注
5		钢 板	1	Q235A	
4		钢 板	1	Q235A	
3		槽 钢 12.6	2	Q235A	
2		角 钢20×20×4	2	Q235A	
1		钢板	1	Q235A	

制图			支架	
校核				比例	数量
审核				

图 5-11　支架的焊接图

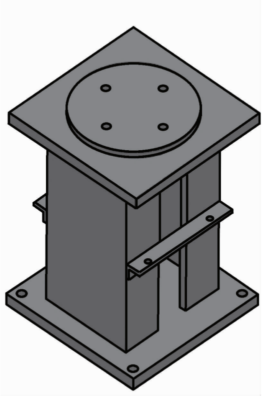
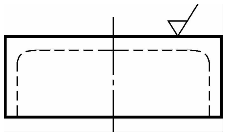
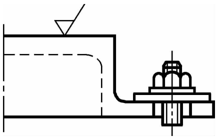
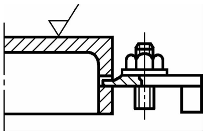
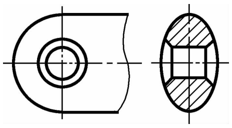
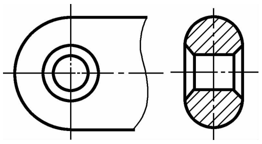
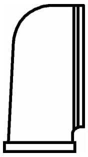
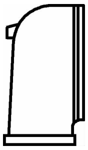
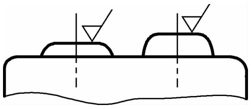
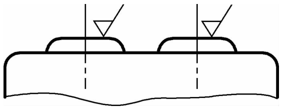
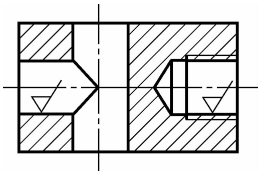
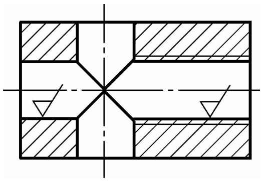
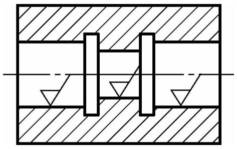
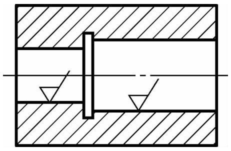
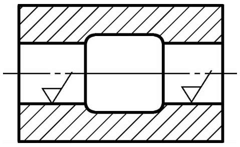
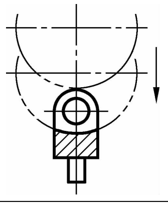
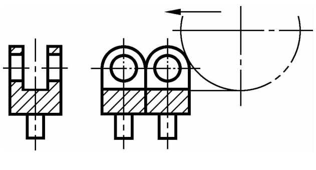


图 5-12　支架的立体图

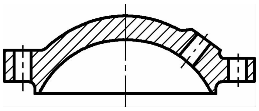
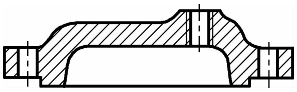
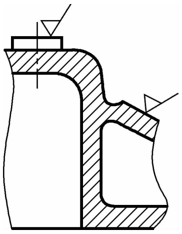
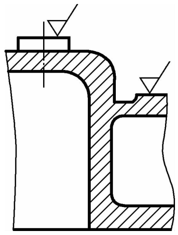
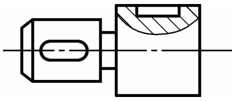
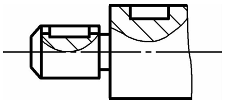
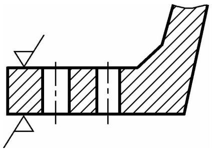
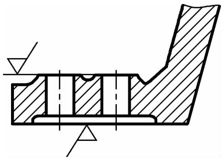
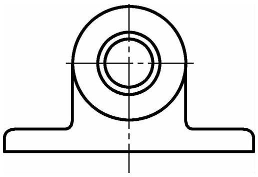
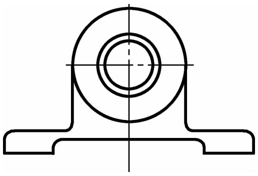
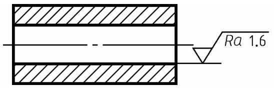
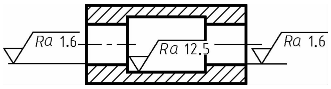
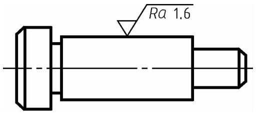
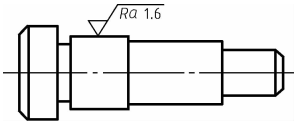
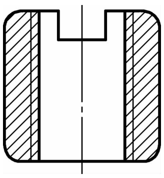
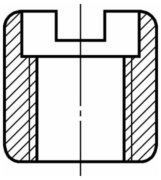
5.2　机械加工的工艺结构

机械零件在进行结构设计时，除了满足使用要求外，还必须考虑零件制造、维修的可行性和经济性，即要考虑零件加工的工艺结构，以降低加工成本，提高生产率。表 5-9 列出了常见机械加工的工艺结构。

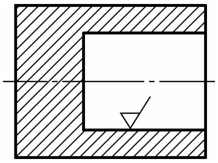
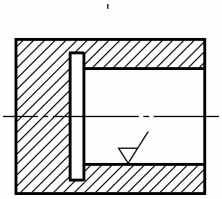
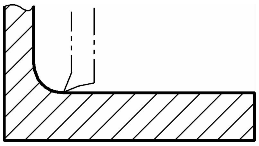
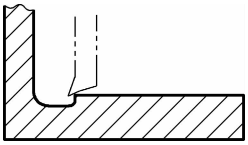
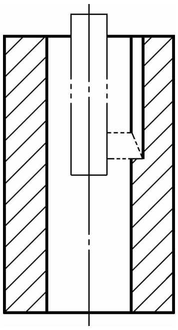
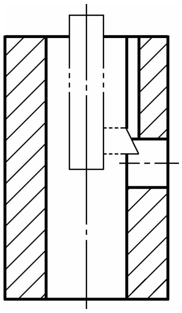
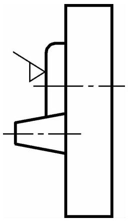
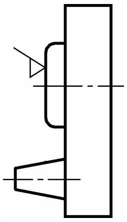
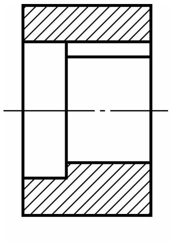
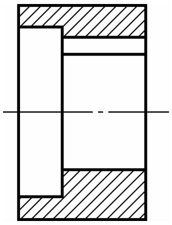
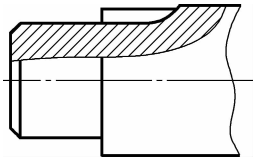
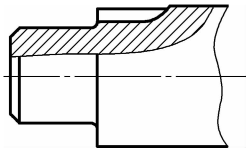
表 5-9　常见机械加工的工艺结构

设计原则	图例		说明
	不合理结构	合理结构	
夹紧简便,定位可靠		 	增加夹紧边缘或者增加夹紧孔
			平面结构比较容易定位和夹紧
			增加工艺凸台以便于定位夹紧,加工完成后再将工艺凸台铣去
减少走刀次数和行程			将加工表面布置在同一平面上
减少装夹次数			一次装夹可以保证孔的同轴度
		 	原设计需要从两端加工,改进后可以省去一次安装
			改进后可多件同时加工

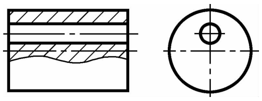
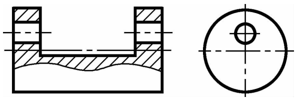
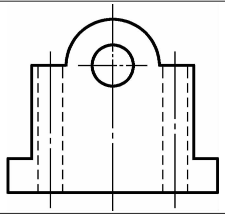
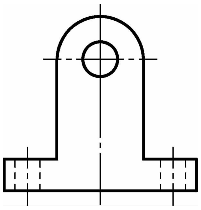
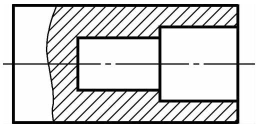
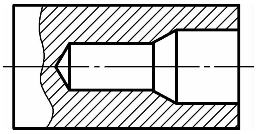
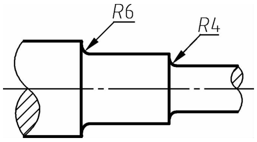
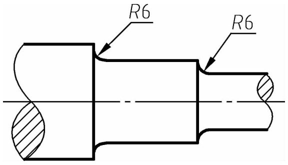
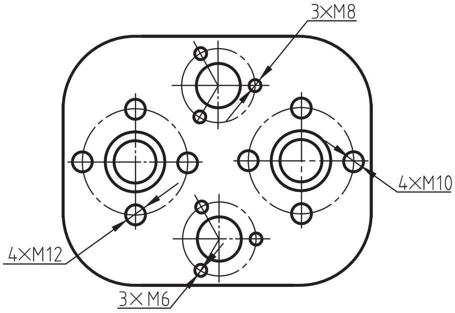
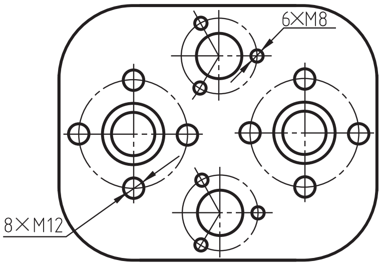
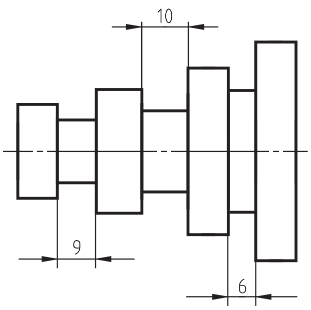
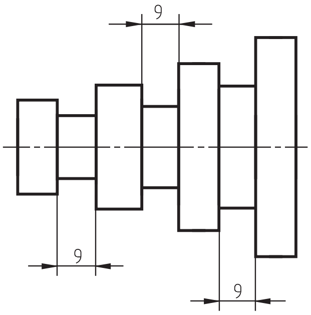
（续）

设计原则	图例		说明
	不合理结构	合理结构	
减少装夹次数			将斜面加工改成直面加工，这样可以减少装夹次数
			
			键槽方位相同，可以在一次装夹中完成两个沟槽的加工
减少加工面，降低成本			铸造时铸出凸台和凹台来减少加工面
			
			减少精加工面积
			
便于去除毛刺			将铣口改成内圆柱，有利于去除表面毛刺

（续）

设计原则	图例		说明
	不合理结构	合理结构	
便于刀具或砂轮顺利退出加工面			设计出砂轮越程槽
			设计出退刀槽
			设计出让刀孔
减少加工难度			避免加工面与非加工面的凸台相连
			沟槽表面不能与其他表面重合
			

（续）

设计原则	图例		说明
	不合理结构	合理结构	
减少加工难度			避免加工深孔，节省材料
			
			避免加工平底孔
尽量减少加工中刀具数量			统一圆角半径
			减少螺纹孔的种类，减少换刀时间
			凹槽尺寸尽量相同，减少换刀时间

5.3　典型零件的表达方法

一台机器或设备一般由连接件、传动件和一般零件构成。其中，连接件主要是标准件，只需要进行选型，不需要绘制零件图；传动件主要是常用件，包括齿轮、蜗轮、蜗杆等，这些零件的某些结构是标准化的，零件图中标准化的结构只需要按照规定画法来绘制；一般零件必须绘制完整的零件图，来表达零件的内外结构。对于一般零件，根据结构不同，可分为轴套类零件、轮盘类零件、叉架类零件和箱体类零件四大类。零件的结构不同，表达方法也不完全相同。

5.3.1　轴套类零件

1. 结构特点

轴套类零件包括实心的轴类零件和空心的套类零件。此类零件的主体结构一般是由若干段不等径的同轴回转体构成，其上常具有轴肩、圆角、倒角、键槽、销孔、螺纹、退刀槽、砂轮越程槽、卡环槽、中心孔、平面结构等局部结构。它们的毛坯一般采用棒料，主要在车床和磨床上加工。

2. 零件表达方法

轴套类零件一般采用一个主视图来表达零件的主体结构，且空心套类零件的主视图一般应画成剖视图；如果这类零件的轴向尺寸过长，主视图可采用断开画法；零件的其他局部结构采用移出断面图、局部剖视图、局部放大图等来表达。

3. 轴套类零件表达方法举例

例 1：图 5-13 所示是一输出轴，轴上的局部结构包括键槽、螺纹退刀槽和凹坑。对该零件的表达方法如图 5-14 所示，主视图按照零件的加工位置将轴线水平放置，表达零件的主体结构，在主视图上用局部剖视图表达键槽和凹坑的深度，键槽宽度的表达用移出断面图来表达，退刀槽的结构采用局部放大图来表达。

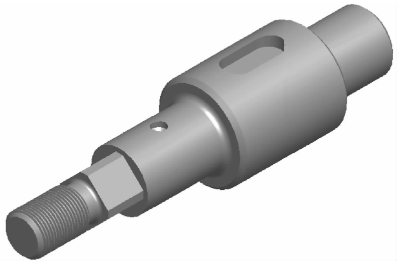


图 5-13　输出轴的立体图

例 2：图 5-15 所示是一根齿轮轴，轴上的局部结构除了键槽、螺纹外，还有轮齿。对该零件的表达方法如图 5-16 所示，因为轮齿部分的结构参数是标准化的，故在图样的右上角应附上齿轮参数表；轴上轮齿部分的画法不用投影画法，而采用国家标准规定画法。

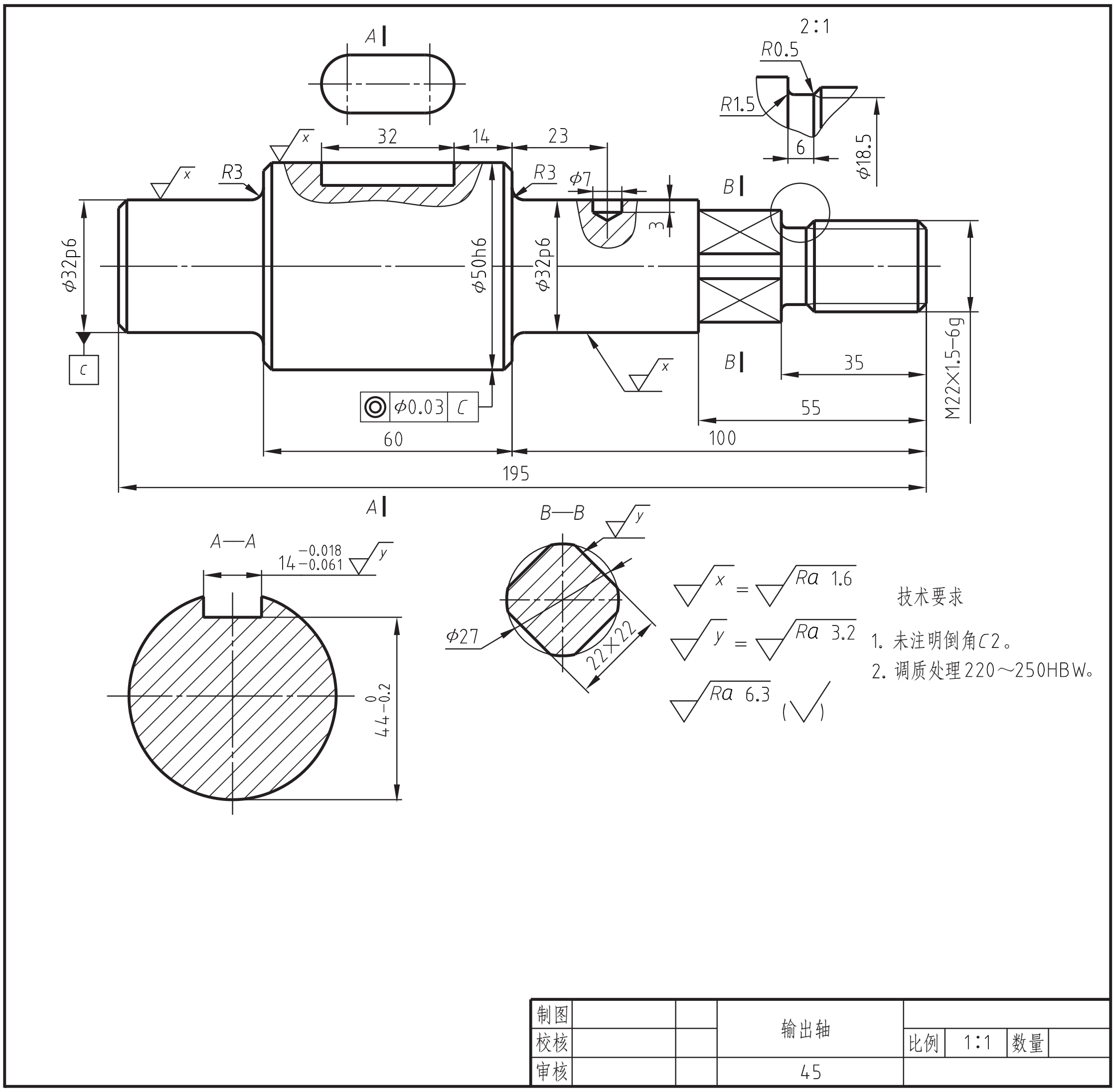


图 5-14　输出轴的零件图

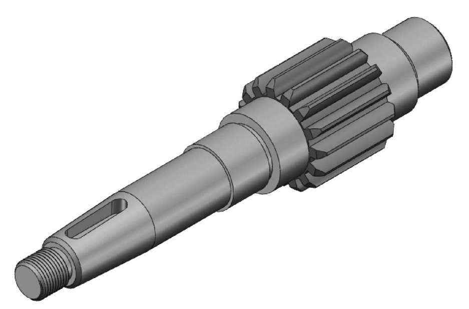
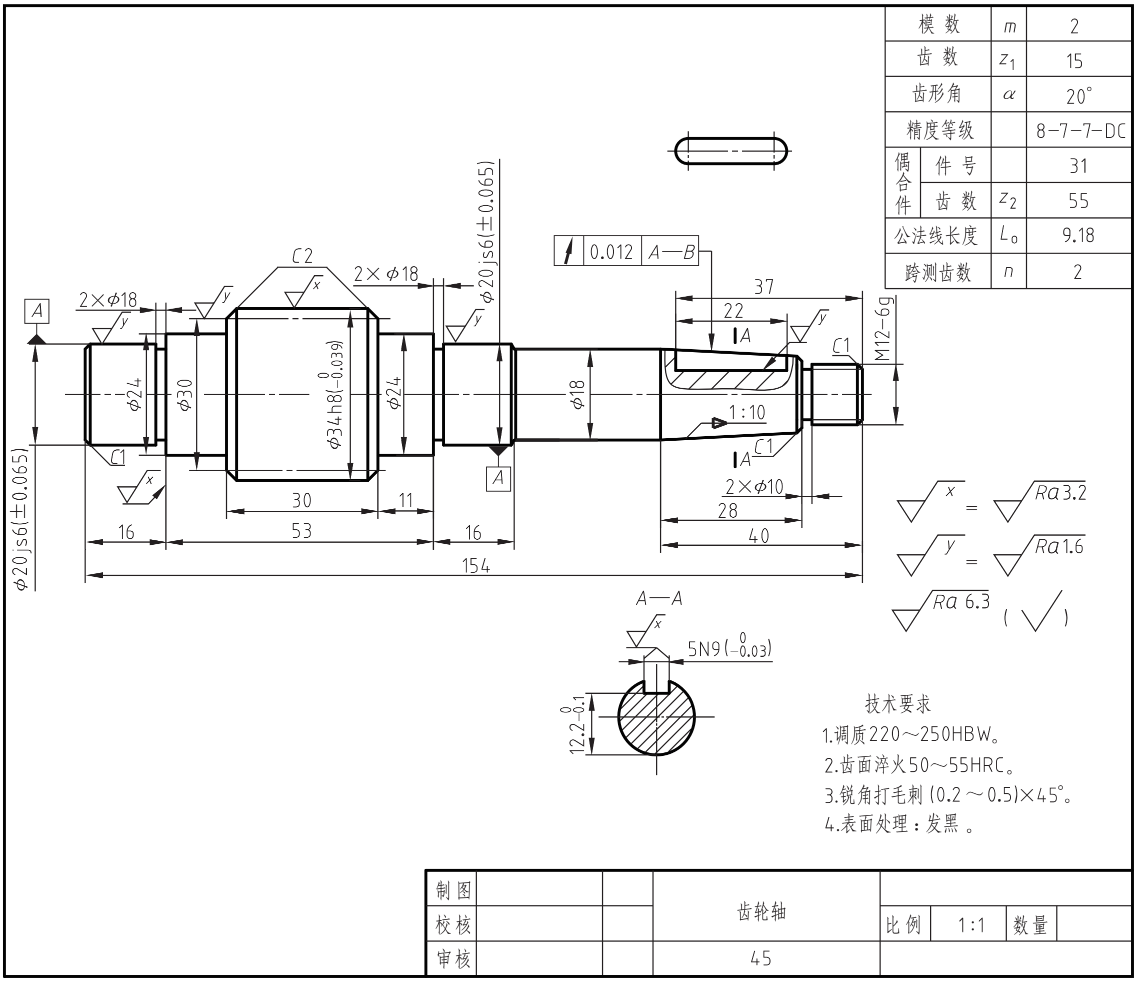


图 5-15　齿轮轴的立体图



模数	m	2
齿数	z_1	15
齿形角	α	20°
精度等级		8-7-7-DC
偶合件　件号		31
偶合件　齿数	z_2	55
公法线长度	L_o	9.18
跨测齿数	n	2

技术要求
1.调质220～250HBW。
2.齿面淬火50～55HRC。
3.锐角打毛刺(0.2～0.5)×45°。
4.表面处理：发黑 。

制图			齿轮轴				
校核				比例	1:1	数量	
审核			45				

图 5-16　齿轮轴的零件图

例 3：图 5-17 所示为一柱塞套，套上的局部结构包括半圆键槽和两处通孔。对该零件的表达方法如图 5-18 所示，主视图用全剖视图表达零件的内、外结构；键槽和通孔用移出断面图来表达，且移出断面图用两个平行的剖切面来剖切；图中轴肩处的较小结构用局部放大图来表达。

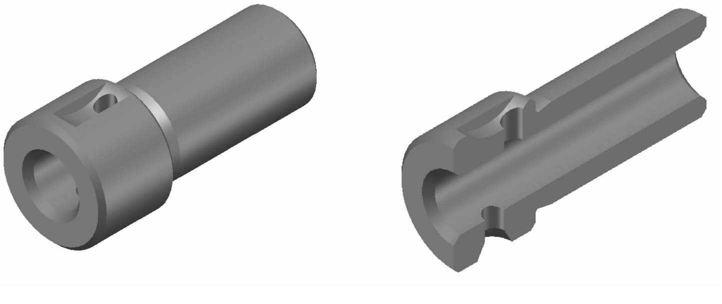


图 5-17　柱塞套的立体图

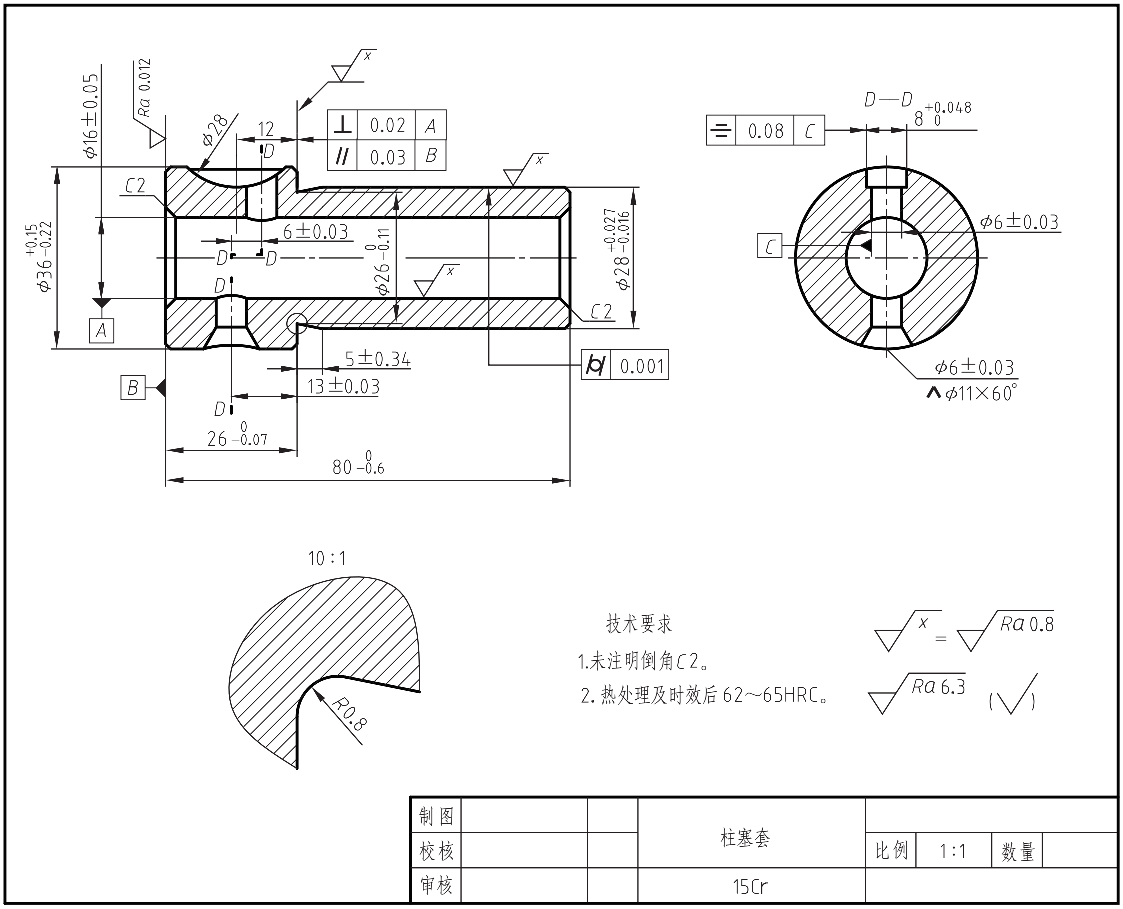


图 5-18　柱塞套的零件图

例 4：图 5-19 所示为一轴套，套上的局部结构比较复杂，因此零件表达时，主视图用全剖视图表达零件的内、外主体结构，移出断面图表达轴上的孔，局部放大图表达轴上的细小结构，如图 5-20 所示。

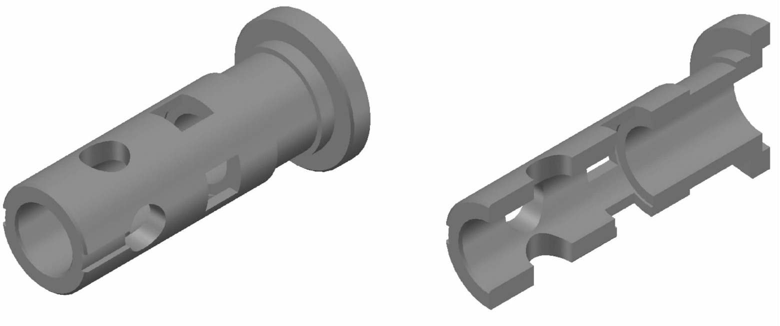


图 5-19　轴套的立体图

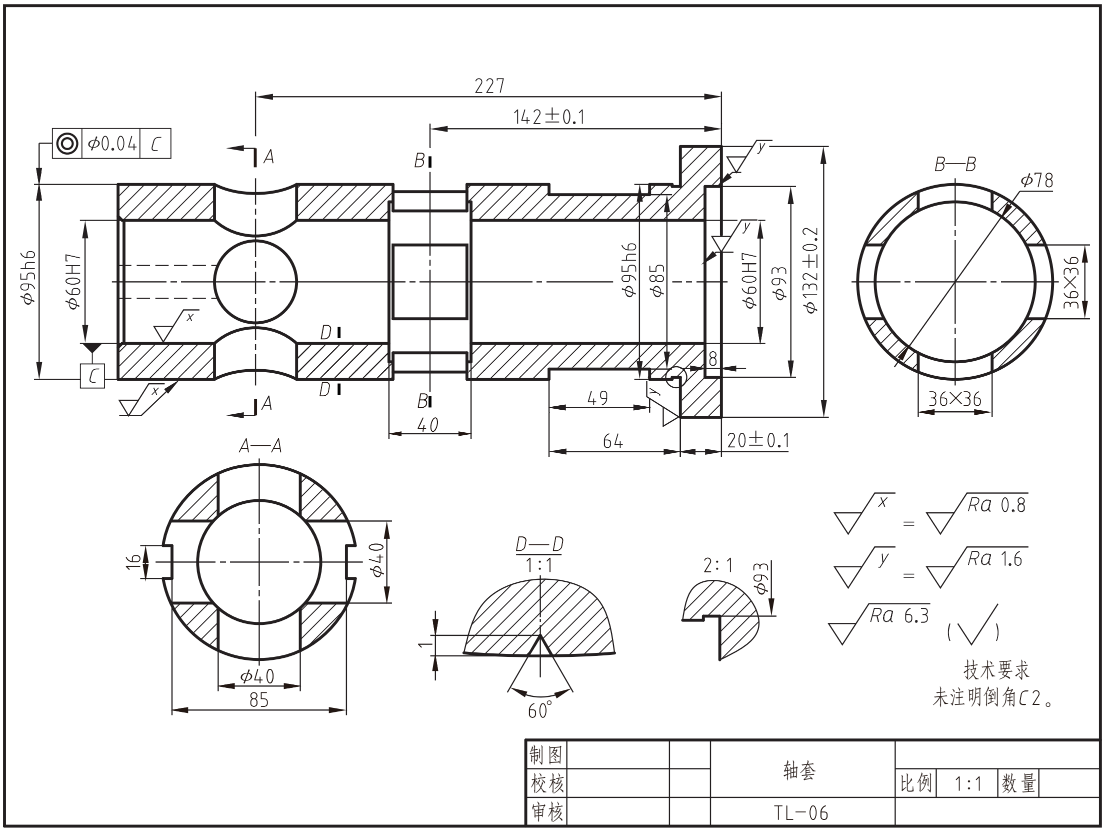


图 5-20　轴套的零件图

5.3.2　轮盘类零件

1. 结构特点

轮盘类零件包括各种齿轮、手轮、法兰盘、端盖、压盖等。其结构特点为：主体部分由回转体组成，径向尺寸较大，而轴向尺寸较小，其上常有键槽、轮辐、凸缘、均布孔等结构，零件工作时，常有一个端面与其他零件接触。毛坯多为铸件，主要加工方法有车削、刨削和铣削。

2. 零件表达方法

在表达轮盘类零件时，一般采用两个基本视图，以车削加工为主的零件主视图按加工位置将轴线水平横放，并多采用剖视图表达内部结构，用左视图或右视图表达外形轮廓形状和其他结构的分布情况，并常采用简化画法。

3. 轮盘类零件表达方法举例

例 1：图 5-21 所示是一齿轮，其主体结构是轮盘类，齿轮部分的某些参数是标准化参数；图 5-22 所示是该齿轮件的表达方法，主视图采用全剖视图表达零件的主体结构，用一个局部视图表达键槽部分的结构，轮齿部分的结构采用国家标准规定的标准画法，并在图样右上角列出齿轮的各项参数。

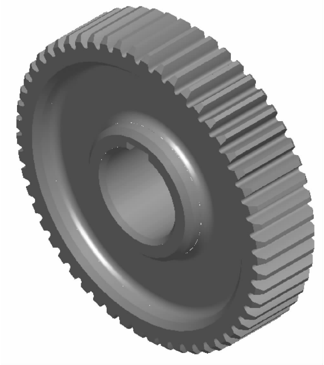
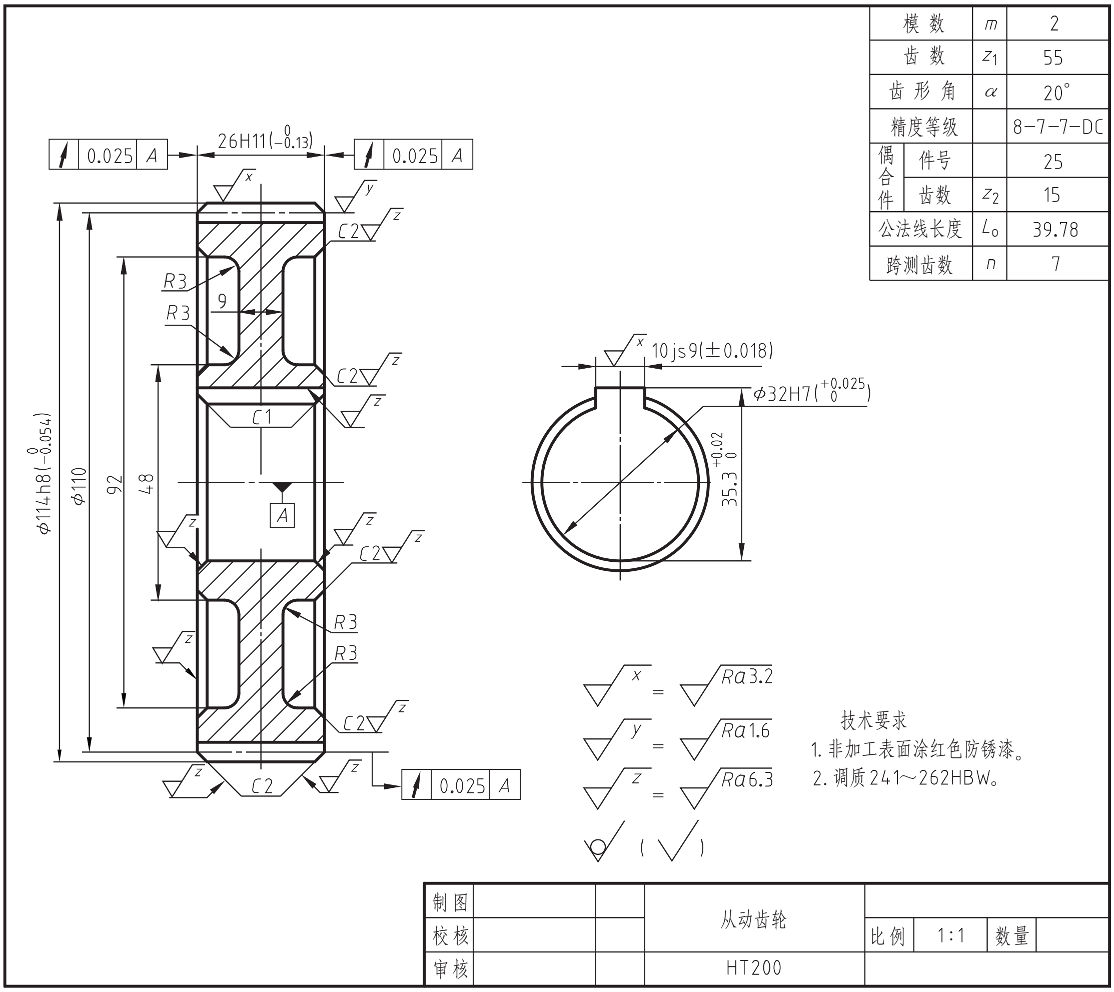


图 5-21　齿轮的立体图



模数	m	2
齿数	z_1	55
齿形角	α	20°
精度等级		8-7-7-DC
偶合件 件号		25
偶合件 齿数	z_2	15
公法线长度	L_0	39.78
跨测齿数	n	7

技术要求

1. 非加工表面涂红色防锈漆。
2. 调质241～262HBW。

制图			从动齿轮			
校核				比例	1:1	数量
审核			HT200			

图 5-22　齿轮的零件图

例 2：图 5-23 所示是一轴承盖，用两个基本视图（即主视图和左视图）表达零件的内外结构即可。主视图选用加工位置为投影方向，采用全剖视图表达零件的内形结构，左视图主要表达零件的外形结构，如图 5-24 所示。

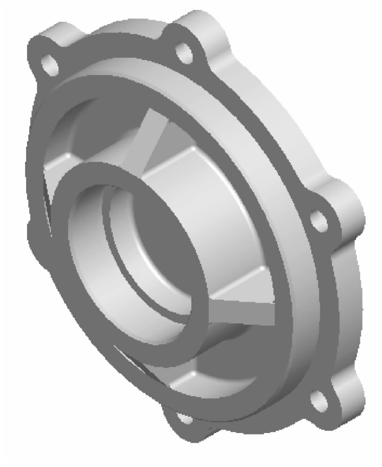


图 5-23　轴承盖的立体图

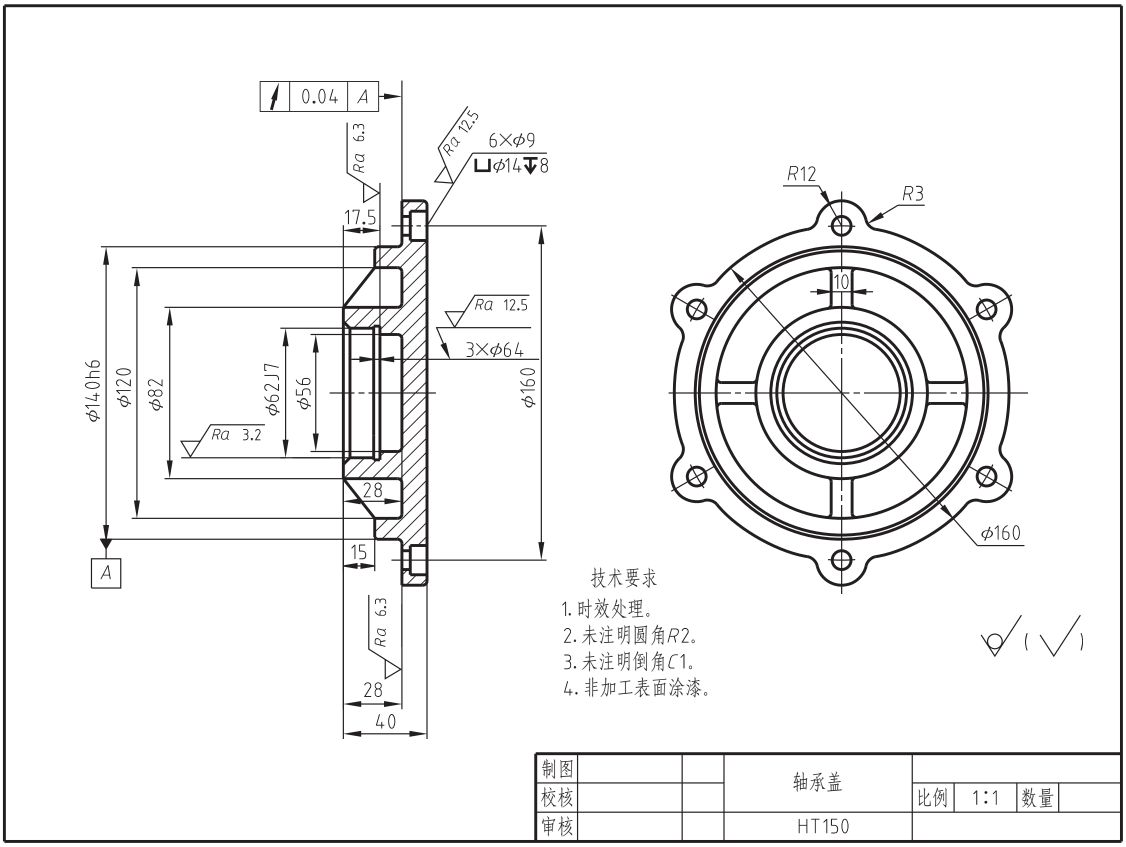


图 5-24　轴承盖的零件图

5.3.3　叉架类零件

1. 结构特点

叉架类零件包括各种连杆、支架、拨叉、摇臂等。其结构特点为：通常由工作部分、支

撑（或安装）部分及连接部分组成，其上常有光孔、沉孔、肋和槽等结构。毛坯多为铸件或锻件，然后根据较为复杂多变的结构进行多种工序的加工。

2. 视图选择

叉架类零件结构形状复杂，加工方法多样。在选择主视图时主要考虑其形状特征和工作位置，一般将其中一倾斜结构放正。通常需要两个以上基本视图，对其弯、斜结构常采用斜视图或单一斜剖切面获得的剖视图以及局部剖视图、断面图等加以表达；对于薄壁和肋板的端面形状常用断面图表达。

3. 叉架类零件表达方法举例

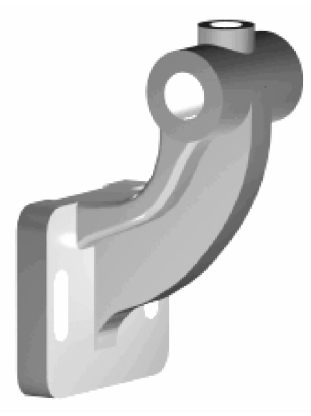


图 5-25　脚踏座的立体图

例 1：图 5-25 所示是一脚踏座的立体图。图 5-26 所示是其零件图，主视图采用视图表达零件外形，并用局部剖视图表达零件上的孔和槽；连接肋板的板厚用移出断面图表达；俯视图采用外形视图和局部剖视图表达；踏板形状用局部视图来表达。

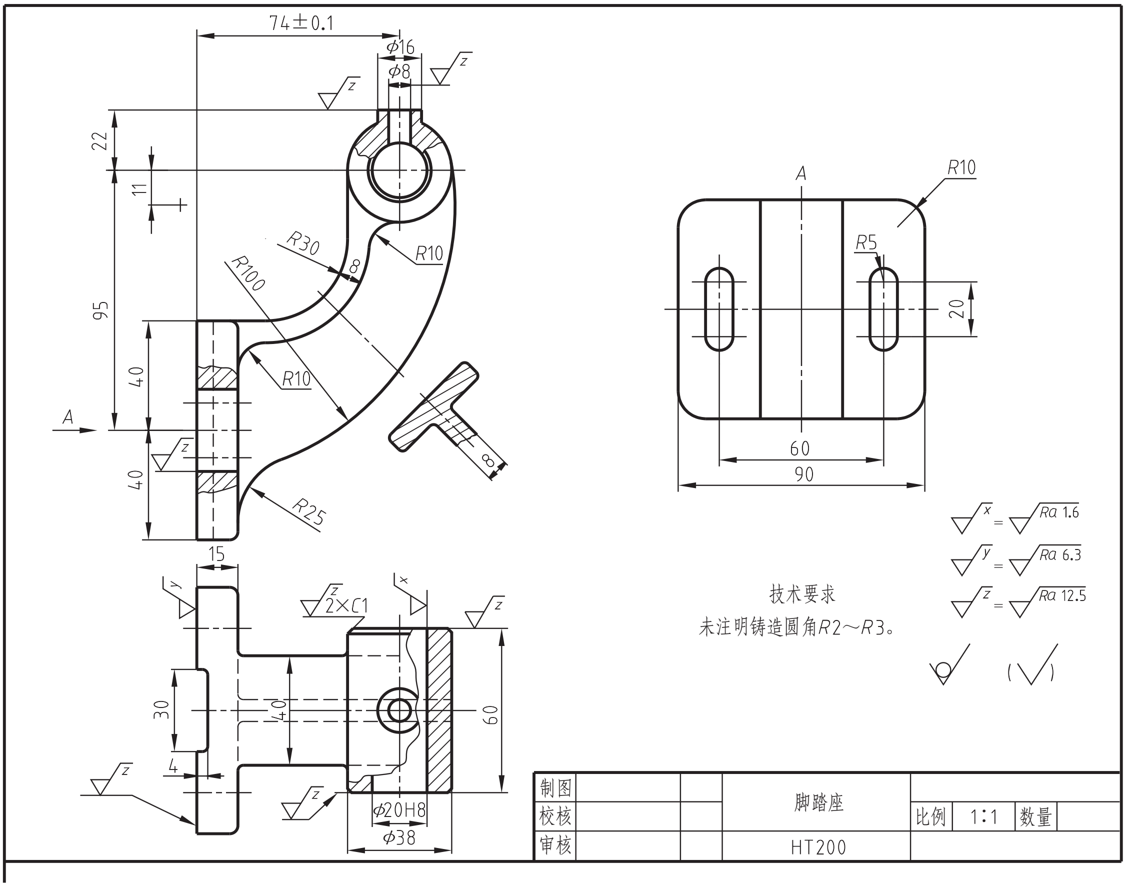


图 5-26　脚踏座的零件图

例 2：图 5-27 所示是一托架的立体图。图 5-28 所示是其零件图，主视图和左视图采用局部剖视图表达零件的局部内形结构，用一局部视图表达顶端连接处结构，肋板形状用移出断面图表达。

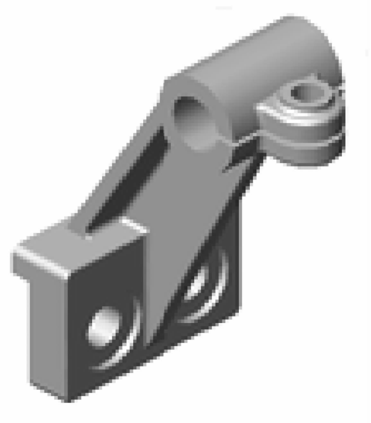


图 5-27　托架的立体图

5.3.4　箱体类零件

1. 结构特点

箱体类零件包括各种泵体、阀体、减（变）速箱体、壳体、缸体、支座等，这类零件主要起到包容及支撑其他零件的作用。其结构形状最为复杂，常有较大的密封面、接触面、螺孔、销孔等用来与箱盖或其他零部件紧密接触和定位。为了将箱体安装在基座上，常有安装底板、安装孔、凸台或凹坑、螺孔。为加强局部强度，箱体上常有肋板等结构。其毛坯一般为铸件或焊接件，然后根据不同的结构进行各种机械加工，加工位置也变化较多。

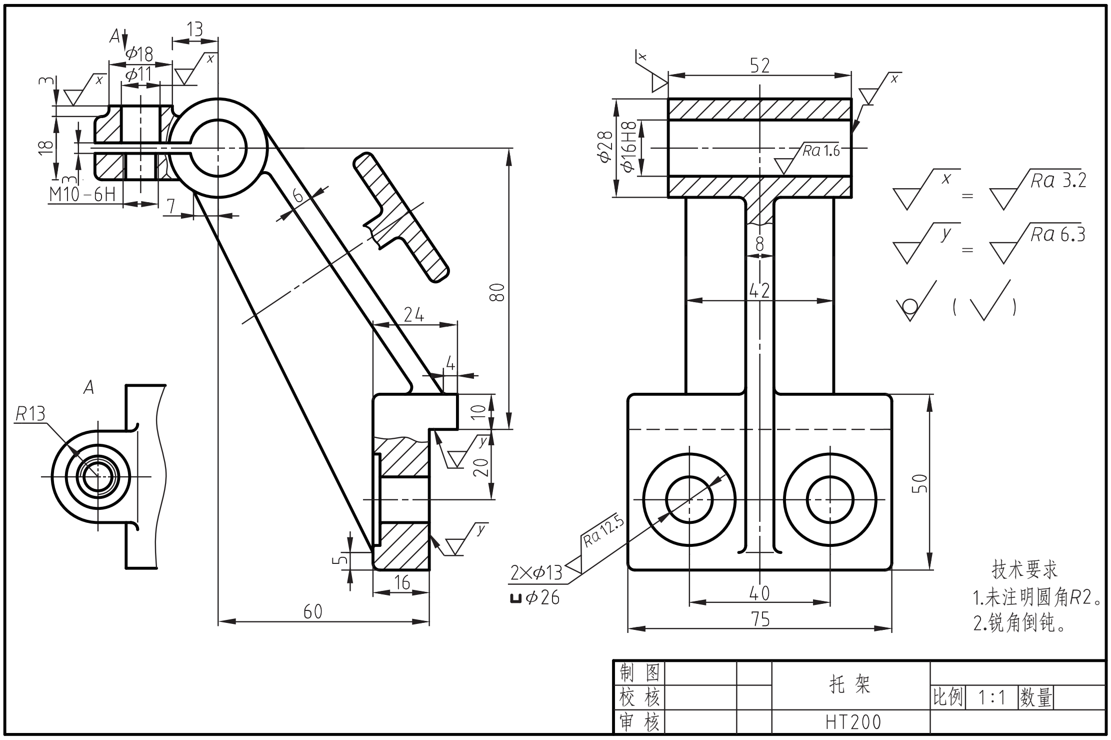


图 5-28　托架的零件图

2. 视图选择

由于此类零件结构、形状和加工工序都比较复杂，主视图一般按其工作位置放置，并且以反映零件形状特征最明显的方向作为主视图的投射方向。箱体类零件一般需要三个或三个以上的基本视图来表达，对于一些局部结构如果基本视图没有表达清楚，还需要配以局部视图、断面图、局部放大图等辅助视图。总之，箱体类零件需要采用多种表达方法才能表达清楚其结构和形状。在进行视图选择时，应以选用视图数量最少的原则，根据零件的实际情况适当采取剖视、剖面、局部视图和向视图等多种形式，以清晰地表达零件的内外形状。

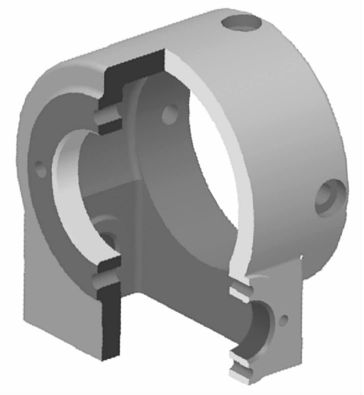
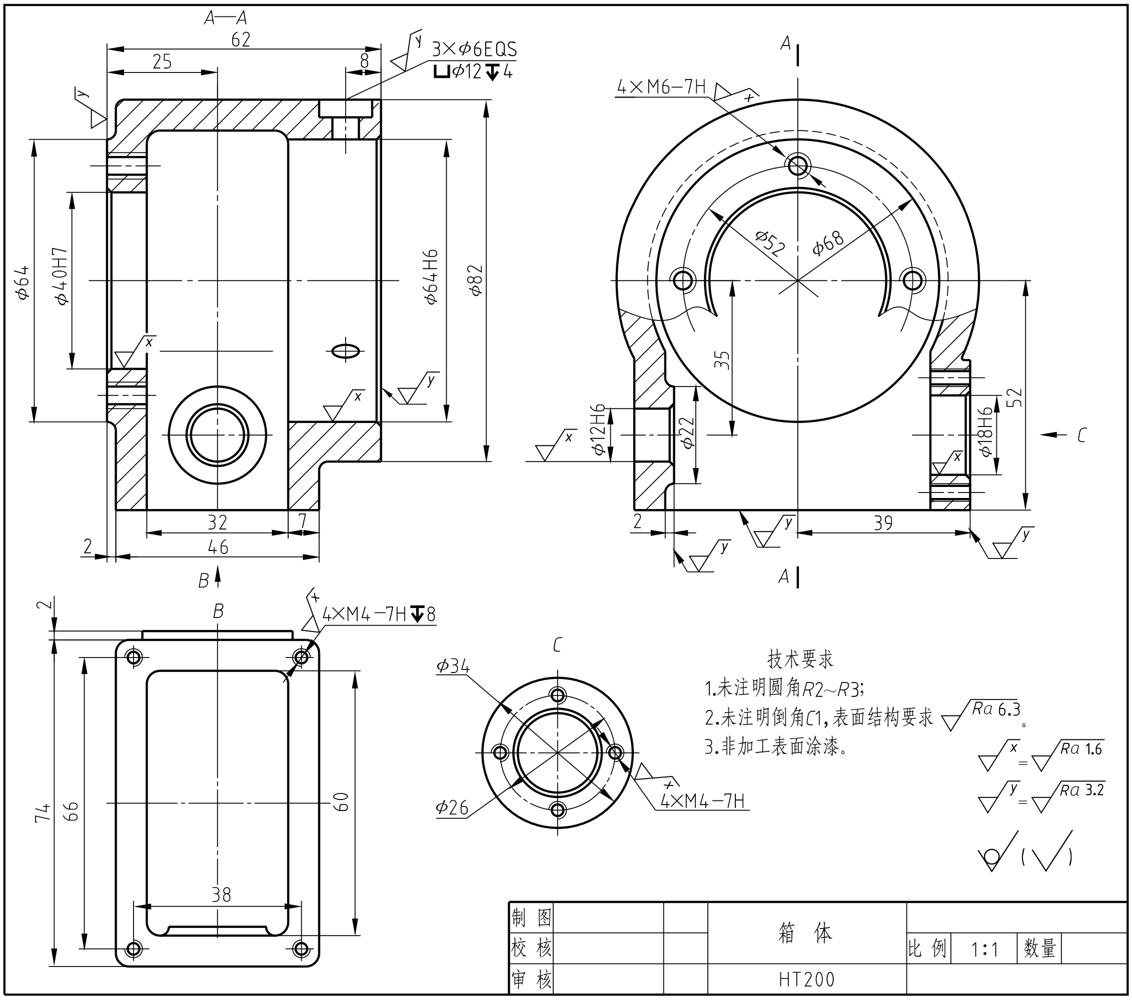


图 5-29　蜗轮、蜗杆传动箱体的立体图

3. 箱体类零件表达方法举例

例 1：图 5-29 所示是一容纳蜗轮、蜗杆传动箱体的立体图。图 5-30 所示是其零件图，



技术要求

1.未注明圆角R2~R3;

2.未注明倒角C1,表面结构要求 √Ra 6.3。

3.非加工表面涂漆。

√x = √Ra 1.6

√y = √Ra 3.2

◯√ (√)

制 图			箱 体				
校 核				比 例	1:1	数量	
审 核			HT200				

图 5-30　蜗轮、蜗杆传动箱体的零件图

主视图采用全剖视图表达零件的内形结构，左视图用局部剖视表达蜗杆轴孔结构和箱体左端面形状，箱体底面连接板结构和右端连接板结构均用局部视图表达。

例 2：图 5-31 所示为一个阀体的立体图。图 5-32 所示是其零件图，主视图采用全剖视图表达阀体的内形结构，俯视图主要表达零件的外形结构，左视图用半剖视图表达零件的外形和内形结构。

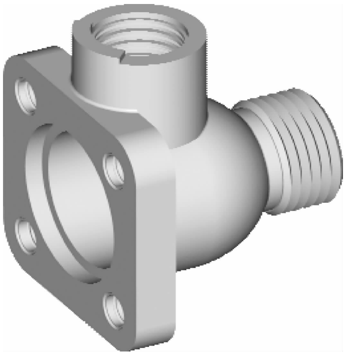
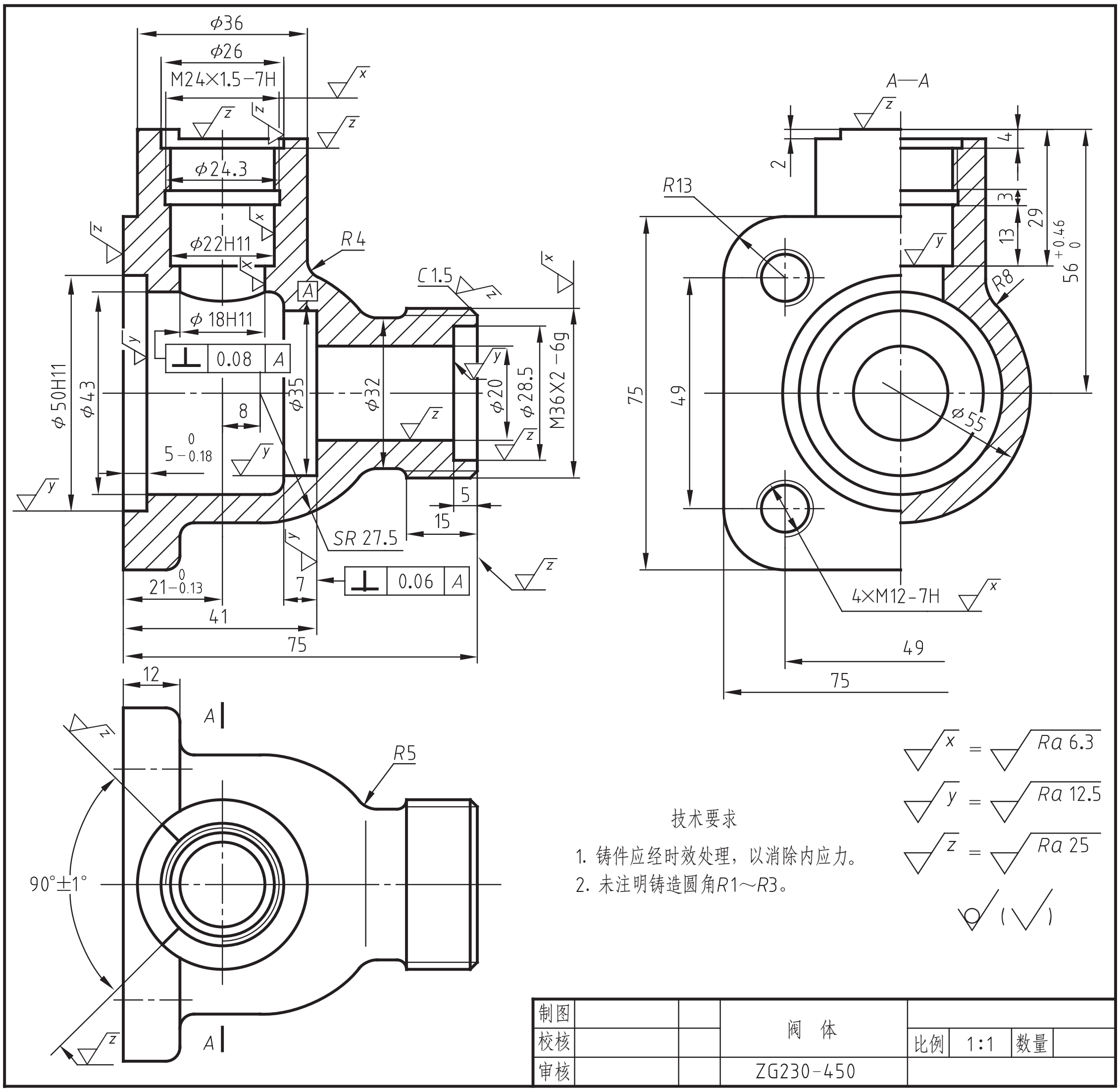


图 5-31　阀体的立体图



技术要求

1. 铸件应经时效处理，以消除内应力。
2. 未注明铸造圆角R1～R3。

图 5-32　阀体的零件图

例 3：图 5-33 所示是一铣刀头座架的立体图。图 5-34 所示是其零件图，主视图采用全剖视图表达座架的内形结构，左视图用局部剖视图表达连接体的结构和底板安装孔的结构，

底板安装孔长度方向上的定位用一个局部视图来表达。

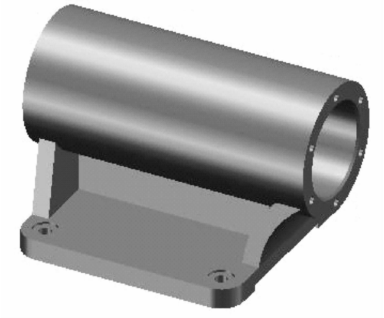


图 5-33　铣刀头座架的立体图

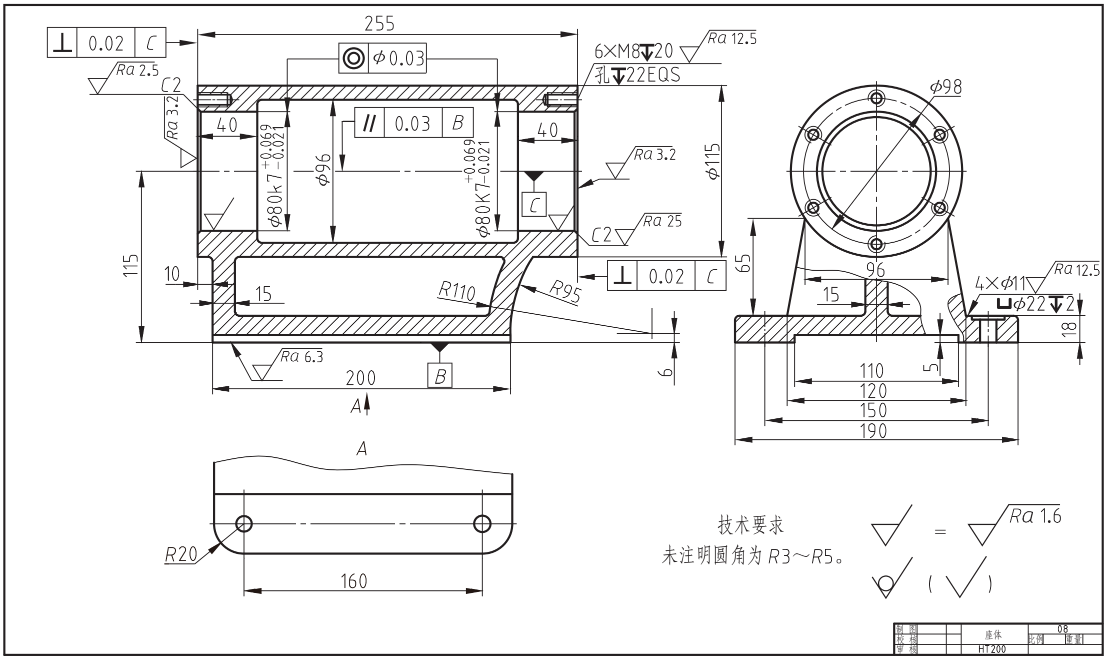


图 5-34　铣刀头座架的零件图

例 4：图 5-35 所示为一级齿轮减速器箱体的立体图；图 5-36 所示是其零件图，主视图采用局部剖视图表达箱体的外形和局部结构的内形；左视图用全剖视图表达，且采用两个平行剖切面进行剖切，分别表达主动轴和从动轴安装位置的内形结构；箱体上部的安装孔和起吊部位的结构用一个 *B*—*B* 的局部视图表达，该局部视图用剖视图表达该位置的结构和箱体内壁厚度；挡油环的结构较小，其加工面精度用局部放大图表达，且局部放大图采用剖视图表达。

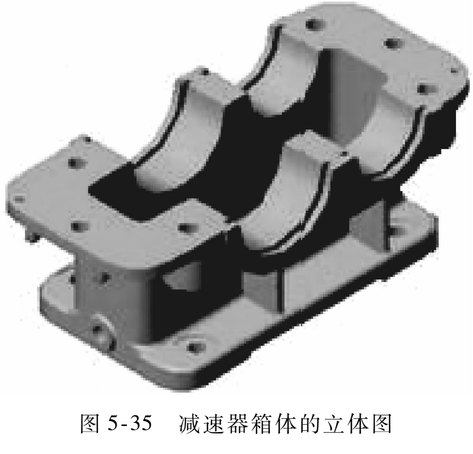
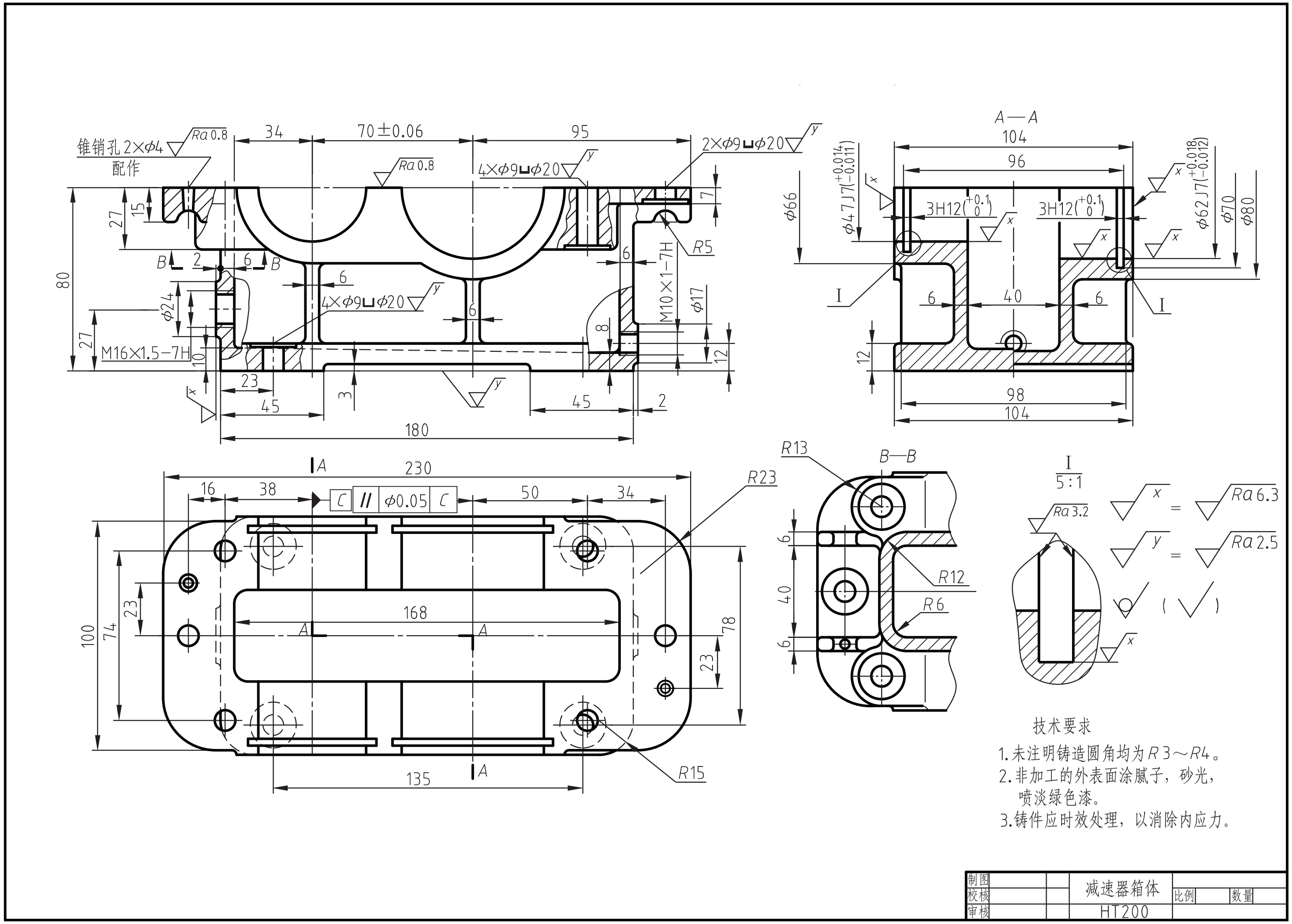


图 5-35　减速器箱体的立体图



技术要求

1. 未注明铸造圆角均为R3～R4。
2. 非加工的外表面涂腻子，砂光，喷淡绿色漆。
3. 铸件应时效处理，以消除内应力。

图 5-36　减速器箱体的零件图

第 6 章　机械工程图样——装配图

6.1　装配图的内容

装配图是表达机器或部件的图样。装配图要反映出设计者的意图，表达出机器或部件的工作原理、性能要求、零件的装配关系、零件的主要结构和形状，以及装配、检验、安装时所需要的尺寸数据和技术要求。对于比较复杂设备和机器，在绘制装配图之前，需要根据零件的装配关系，绘制机器或部件的装配示意图，根据装配示意图和各个零件的结构来绘制装配图。装配示意图是依据相关国家标准规定，用简单图线画出装配体各个零件的大致轮廓，以表示其装配位置、装配关系和工作原理等情况的简图。装配图的内容见表 6-1。

表 6-1　装配图的内容

序号	类别	规　　定
1	一组图形	用来表达机器或部件的工作原理、零件间的装配关系(包括配合关系、连接关系、相对位置及传动关系)和主要零件的结构、形状等
2	必要的尺寸	标注出表示机器或部件的性能、规格以及装配、检验、安装时所必需的几种尺寸
3	技术要求	用文字或符号说明机器或部件的性能、装配和调整要求、验收条件、试验和使用规则等
4	零件的序号、明细栏和标题栏	为了便于进行生产准备工作,编制其他技术文件和管理图样,在装配图上必须对每个零件标注序号并编制明细栏。明细栏说明机器或部件上各个零件的名称、数量、材料以及备注等。序号的作用是将明细栏与图样联系起来,看图时便于找到零件在装配图中的位置。标题栏说明机器或部件的名称、重量、图号、图样比例等

6.2　装配图表达方案的选择

零件图的各种表达方法都适用于装配图，但装配图所表达的是由若干零、部件组成的部件或机器，其内容应侧重于正确、清晰表达装配体的结构、工作原理及装配关系。针对装配图的这一特点，国家标准对装配图的画法又做了一些规定。

6.2.1　装配图的规定画法

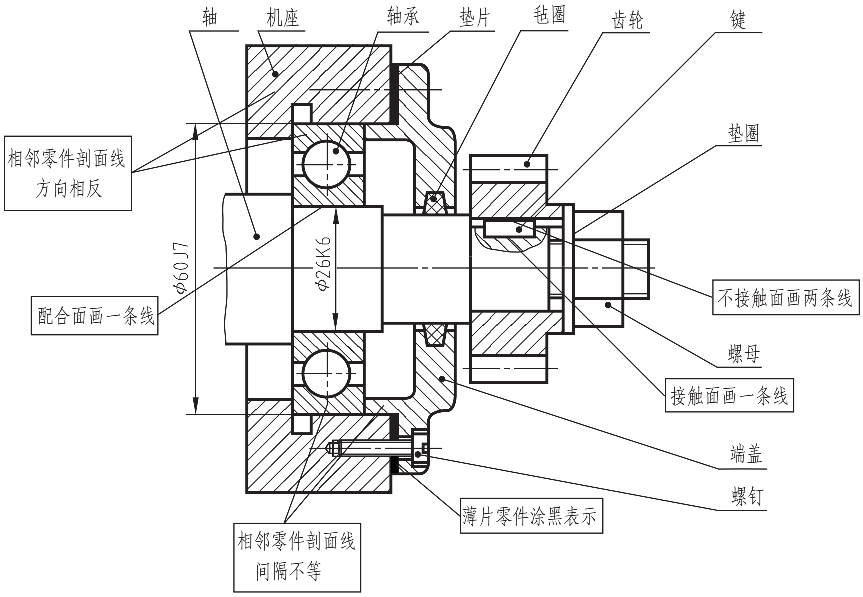
装配图的规定画法见表 6-2。

表 6-2　装配图的规定画法

序号	类别	规　　定
1	相邻零件间接触面、配合面的画法	在装配图中,相邻两个零件的接触面以及基本尺寸相同的配合面,只画一条轮廓线,如表图所示;若相邻两个零件的基本尺寸不相同,则无论间隙大小,均要画成两条轮廓线
2	零件剖面线的画法	装配图中相邻两个金属零件的剖面线,必须以不同的方向或不同的间隔画出,如表图所示。而所有剖视图、断面图中同一零件的剖面线方向和间隔必须完全一致。另外,剖面厚度在 2mm 以下的图形允许以涂黑来表示剖面符号,如表图中的垫片

（续）

序号	类别	规　　定
3	紧固件及实心件的表达方法	在装配图中，对于紧固件及轴、连杆、球、键、销等实心零件，若按纵向剖切且剖切平面通过其对称平面或轴线时，这些零件按不剖绘制。如需要特别表明零件的结构（如凹槽、键槽、销孔等），可用局部剖表示，如表图中的轴、键、螺钉、垫圈和螺母均按不剖绘制



6.2.2　装配图的特殊表达方法

1. 沿结合面剖切或拆卸画法

某些需要表达的结构形状在视图中若被其他零件遮盖时，可以假想沿某些零件的结合面选取剖切平面或将某些零件拆卸后再画出该视图。需要说明时，可加注“拆去 × ×”等字样。图 6-1 所示的滑动轴承俯视图中的右半部分就是拆去轴承盖、螺柱等零件后画出的。

2. 单独表示某个零件

在装配图中，当某个零件的某些结构未表达清楚而且对理解装配关系又有影响时，可以单独画出该零件的视图、剖视图或断面图，用箭头指明投射方向或画剖切符号，

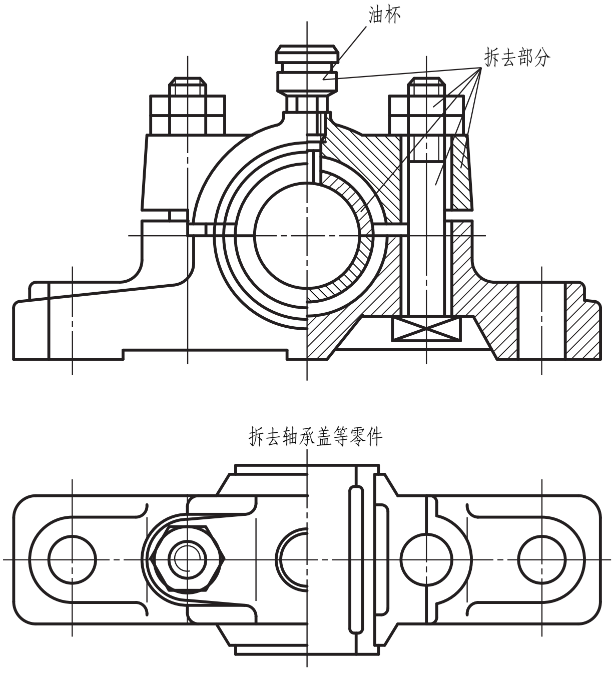


图 6-1　滑动轴承装配图

标注字母，并在所画视图上方用相同的字母注出该零件的视图名称，如图 6-2c 所示的“泵盖 *B*”。

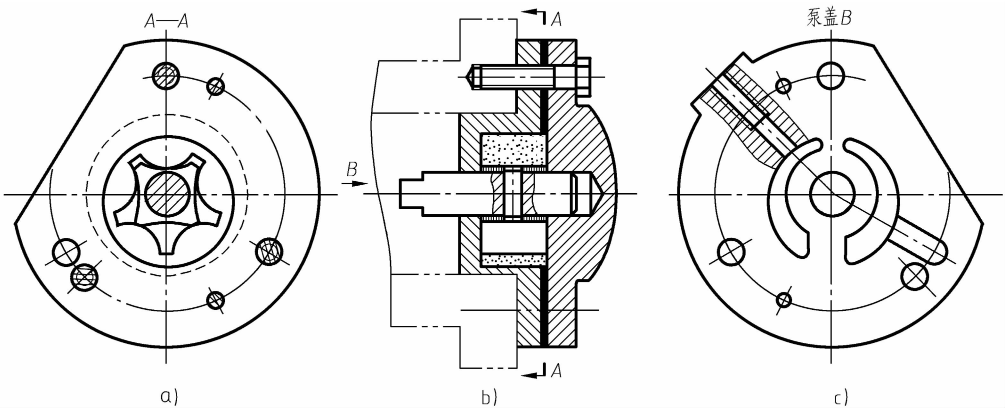


图 6-2　转子油泵装配图

a）沿结合面剖切画法　b）假想画法　c）零件单独表示法

3. 夸大画法

装配图中如遇薄垫片、细丝弹簧、小间隙、小锥度等小结构，按实际尺寸画出难以表达清楚时，允许将该部分适当夸大画出。如图 6-2b 中的垫片，就采用了夸大画法。

4. 假想画法

在装配图中，需要表示运动零件的极限位置时，可将运动件画在一个极限位置，另一个极限位置用双点画线假想画出，如图 6-3所示。有时，在某些装配图中，需要表达不属于本部件但又与本部件有关系的相邻零件时，也用双点画线画出它们的部分轮廓，如图 6-2b 所示。

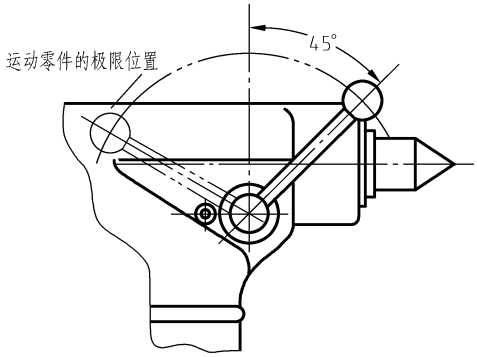


图 6-3　装配图中的假想画法

5. 简化画法

1）装配图中若干相同的螺栓、螺钉等联接零件组，可仅详细地画出一处，其余用点画线表示出中心位置即可，如图 6-4 中的螺钉联接。

2）装配图中零件的工艺结构如圆角、倒角、退刀槽、凸台、凹坑、滚花、沟槽、刻线及其他细节可以省略不画，如图 6-4 所示。

3）装配图中，若剖切平面通过一组组合件（如油标、管接头等），或者该组合件已经在其他视图中表达清楚，则该组合件可以只画外形，如图 6-1 所示滑动轴承上端的油杯。

4）装配图中的滚动轴承可按标准规定采用通用画法或特征画法。当需要较详细地表达轴承的主要结构时，可将轴承的一半按规定画法，而另一半按通用画法绘制，如图 6-4 所示。

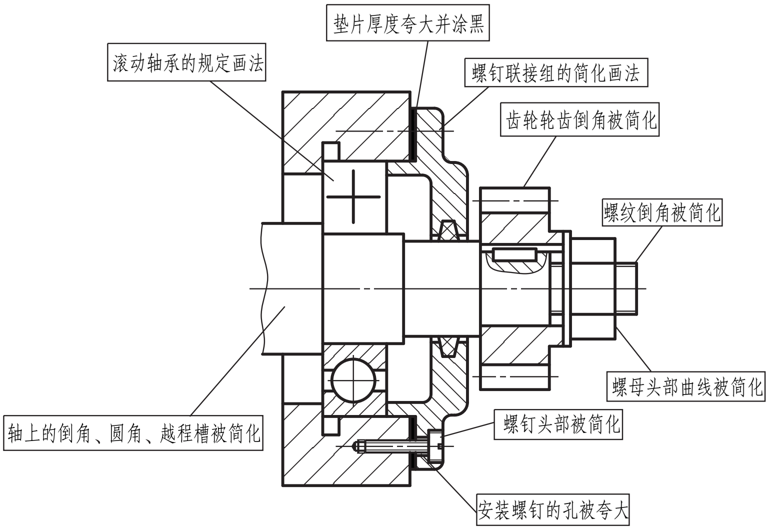


图 6-4　装配图中的简化画法

6. 展开画法

如图 6-5 所示的车床三星齿轮传动机构，为了表示传动路线和零件间的装配关系，假想按传动顺序沿轴线剖开，然后依次展开，使剖切面展平到与选定的投影面平行后，再画出它的剖视图，这种画法称为展开画法。

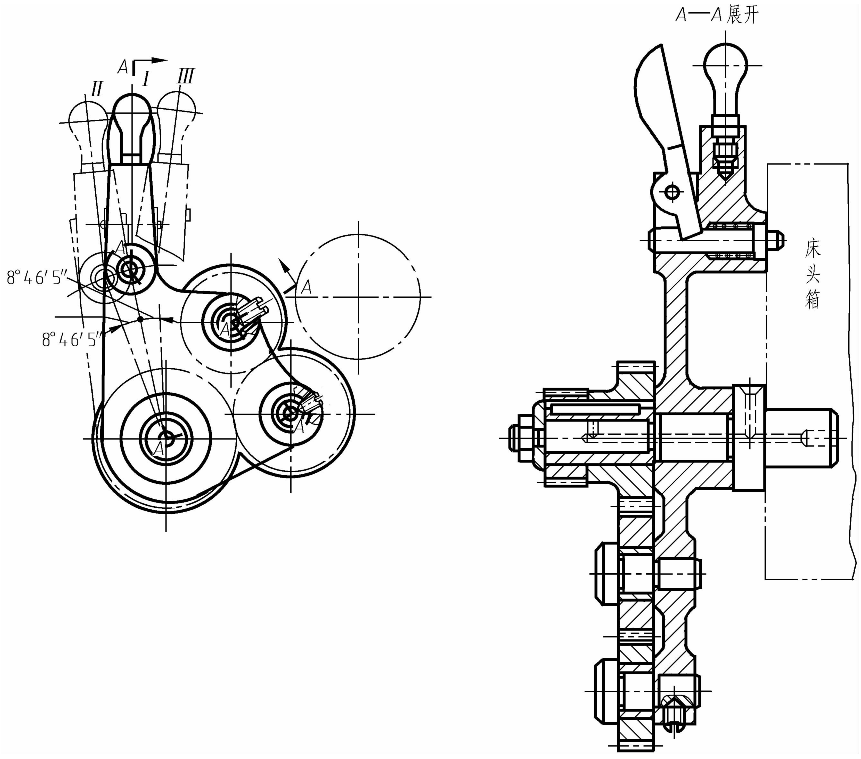


图 6-5　装配图的展开画法

6.3　装配图上的尺寸注法

装配图与零件图的作用不同，装配图用于表达产品或部件的工作原理及各组成部分的装配关系，而不是用作零件加工、制造的依据，因此装配图中没有必要像零件图那样注出全部的尺寸，而是根据装配图的使用场合，有选择性地标注几类尺寸，见表6-3。

表6-3　装配图上需要标注的尺寸

序号	名称		说　明
1	性能(规格)尺寸		表示机器或部件性能或规格的尺寸,它是设计机器或部件的主要依据,也是用户选购产品的依据
2	装配尺寸	配合尺寸	零件之间有公差配合要求的一些重要尺寸
		相对位置尺寸	装配时需要保证的零件之间比较重要的距离、间隙等。即:主要平行轴间的距离;主要轴线与安装面间的中心距;装配后两零件间必须保证的间隙,这类尺寸一般注写在技术要求中或视图上
		连接尺寸	重要螺纹、键、销、齿轮等连接处的有关尺寸。一般包括连接部分的尺寸及有关位置尺寸
3	安装尺寸		表示将部件安装到机座或其他部件上时所涉及的尺寸
4	外形尺寸		产品或机器的总长、总宽和总高,是包装、运输、安装、厂房设计时所需的重要尺寸
5	其他重要尺寸		对产品或机器的工作以及主要零件的结构有重大影响的尺寸

由于产品的生产规模、工艺条件、专业习惯等因素的影响，并不是每张装配图必须全部标注上述各种尺寸，并且有时装配图上同一尺寸往往有几种含义。因此装配图上究竟要标注哪些尺寸，要根据具体情况进行具体分析。

6.4　装配图上零、部件序号的编排及明细栏

为便于读图、装配、管理图样、为组织生产准备材料和标准件，在装配图中需要按国家标准要求对零、部件编写序号，并在标题栏上方绘制和填写包括各组成部分零、部件的编号、名称、数量、材料等内容的明细栏。

6.4.1　装配图零、部件序号的编排

1. 编写序号的规定

1）装配图中所有的零件都必须编写序号，并且零件序号应与明细栏中该零件的序号一致。

2）装配图中一个零件只编写一个序号，同一装配图中形状、尺寸、材料和制造要求相同的零件，一般只标注一次。多处出现的相同的零件必要时也可重复标注。

2. 序号的编写方法

1）零件序号的编写形式如图6-6所示。序号填写在用细实线画出的指引线的水平线上方或圆内，字高比图中的尺寸数字高度大一号或两号。同一装配图中，编号的形式应一致。

2）指引线（细实线）应自所指零件的可见轮廓内引出，并在末端画一圆点；若所指部分（很薄的零件或涂黑的剖面）内不宜画圆点时，可在指引线的末端画出箭头，并指向该部分的轮廓，如图 6-6 所示。指引线不能互相交叉，当通过剖面区域时，也不应与剖面线平行，必要时，指引线可画成折线，但只可曲折一次。一组紧固件或装配关系清楚的零件组可采用公共指引线，如图 6-7 所示。

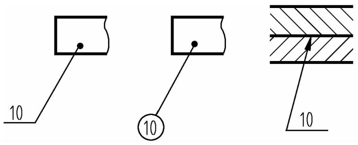


图 6-6　编注序号的形式

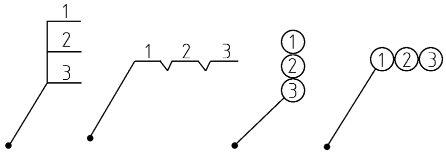


图 6-7　公共指引线

3）编写序号时要排列整齐、顺序明确，按规定沿水平或垂直方向排列在直线上，并依顺时针或逆时针方向顺序排列。在整个图上无法连续时，可只在每个水平或垂直方向上顺序排列。

6.4.2　装配图中的明细栏

明细栏是装配图中各组成部分（零件或部件）的详细目录。明细栏应紧接在标题栏的上方，在标题栏上方位置不够或因视图布置的关系不宜放在标题栏上方时，可在标题栏左侧接着编写。

明细栏的内容一般包括序号、代号、名称、数量、材料、备注等内容，如图 6-8 所示（图中的标题栏是一种教学用的简单标题栏）。如果明细栏直接写在装配图的标题栏上方或左方有困难，也可在另外的纸上单独编写，称为明细表。

明细栏中“序号”一栏，应按照自下而上的顺序填写序号，并与装配图中标注的序号一一对应。

明细栏中的“代号”一栏，应填写装配图中的零、部件的代号，对于标准件可以填写标准编号。

明细栏中的“零件名称”一栏，对一些标准件或外购件，除填写名称外，还应填写型号与规格。

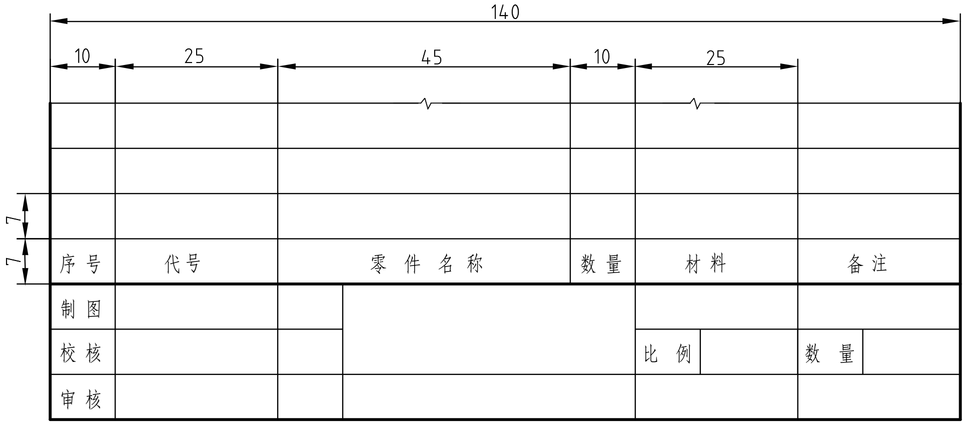


图 6-8　装配图明细栏

6.5　装配结构的合理性

装配结构的合理性会影响到产品质量和加工成本，甚至会决定产品能否制造，因此在设计和绘制装配图时，应该考虑装配结构的合理性，以保证部件的性能要求。装配结构合理的基本要求是：

1）零件结合处应精确可靠，保证装配质量。

2）便于装配和拆卸。

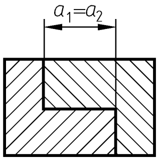
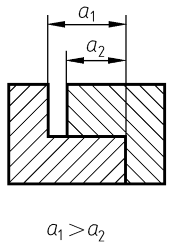
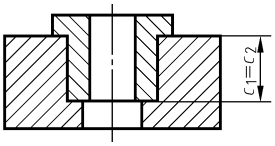
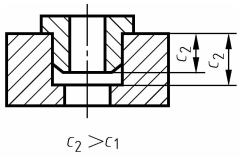
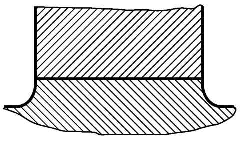
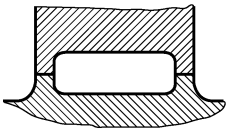
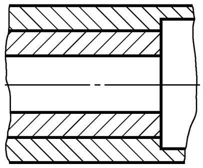
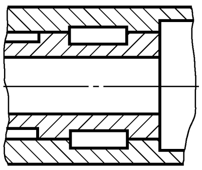
3）零件的结构简单，加工工艺性好。

下面仅列出一些常见的装配结构问题，以供产品设计时参考。

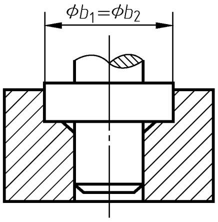
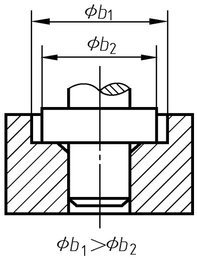
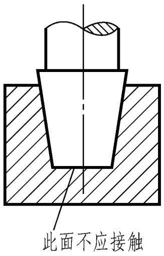
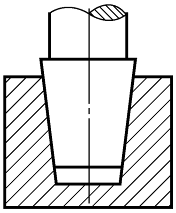
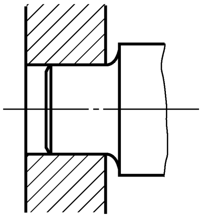
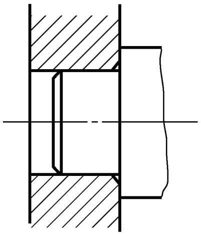
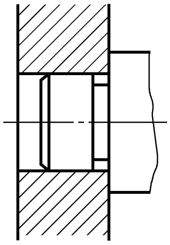
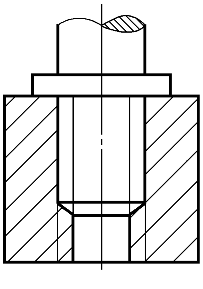
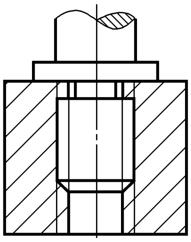
6.5.1　常见的装配工艺结构

产品设计时，常见的装配工艺包括接触面及配合面、螺纹连接和销连接等，其装配工艺结构及绘图示例见表 6-4。

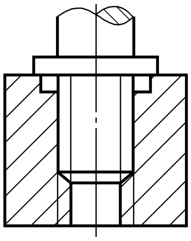
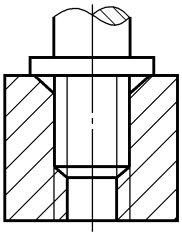
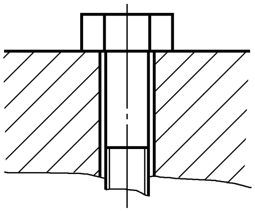
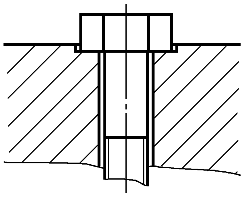
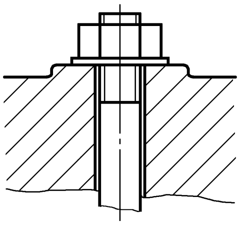
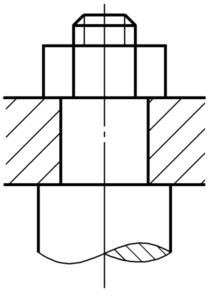
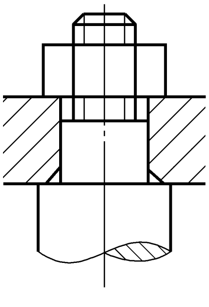
表 6-4　常见装配工艺结构及绘图示例

装配工艺类别	工艺要求	图例		说明
		不合理结构	合理结构	
接触面及配合面	平面接触			两个零件平面接触时，为保证接触良好，在同一方向上一般只能有一对面接触
				
	较长接触面			较长的平面或圆柱面接触时，应加工出凹槽，以减少加工面，保证接触良好
				

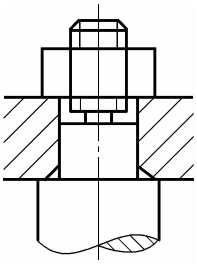
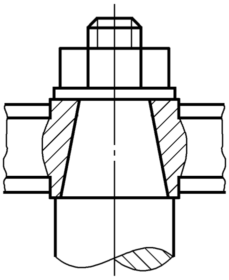
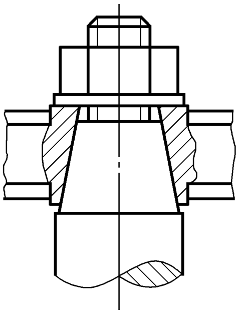
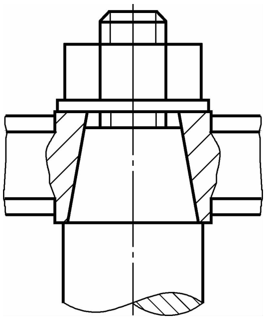
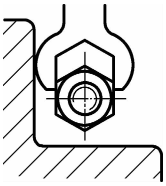
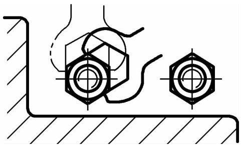
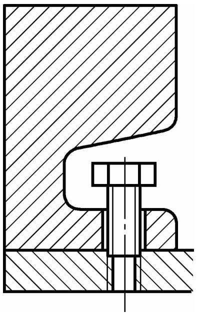
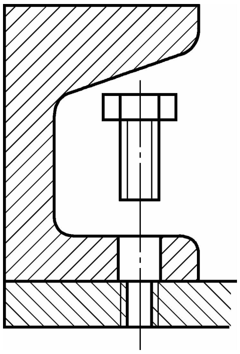
（续）

装配工艺类别	工艺要求	图例		说明
		不合理结构	合理结构	
接触面及配合面	柱面接触			两个零件以圆柱面接触时，为保证接触良好，在同一径向上只能有一个接触面
	锥面接触			锥面配合时，两个配合件端面要留有空隙
	轴端接触		 	两个零件以圆柱面接触时，接触面转折处必须加工倒角或退刀槽
螺纹联接	联接可靠			螺杆上螺纹终止处需加工出退刀槽

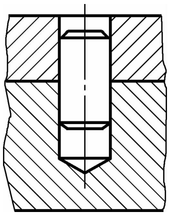
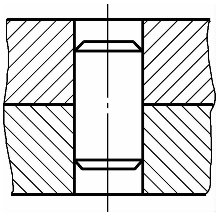
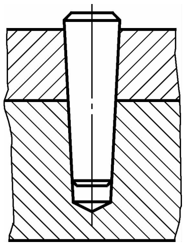
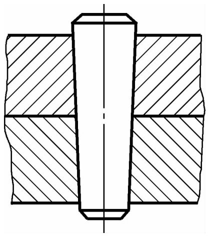
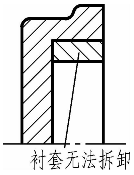
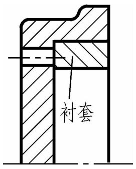
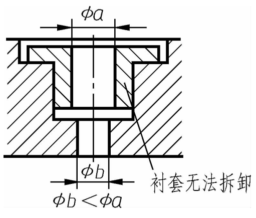
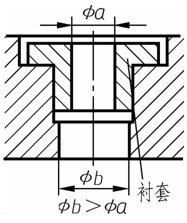
（续）

装配工艺类别	工艺要求	图例		说明
		不合理结构	合理结构	
螺纹联接	联接可靠			螺孔端部加工出凹坑
				螺孔端部加工出倒角
				被联接件加工出凹坑
				被联接件加工出凸台
				轴端为螺纹联接时，应留出一段螺纹不拧入螺母中

（续）

装配工艺类别	工艺要求	图例		说明
		不合理结构	合理结构	
螺纹联接	联接可靠			轴端为螺纹联接时，应留出一段螺纹不拧入螺母中
				
				
	装拆方便			留出足够的装拆空间
				

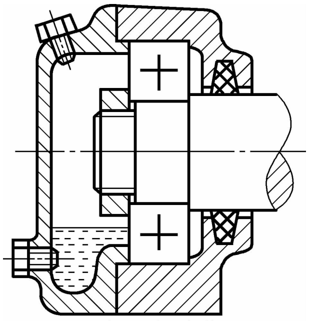
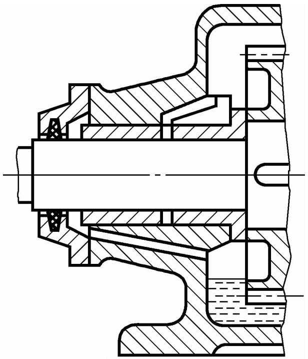
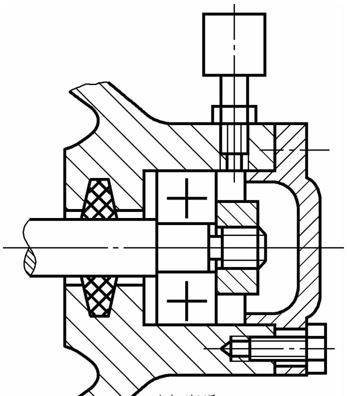
（续）

装配工艺类别	工艺要求	图例		说明
		不合理结构	合理结构	
销联接	便于装拆			销联接时，为便于拆卸，两联接件必须加工成通孔
				
装衬套的结构	便于装拆			合理设计衬套拆卸的孔
				

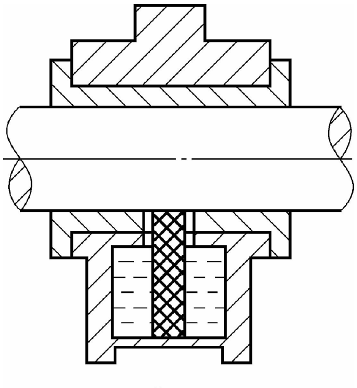
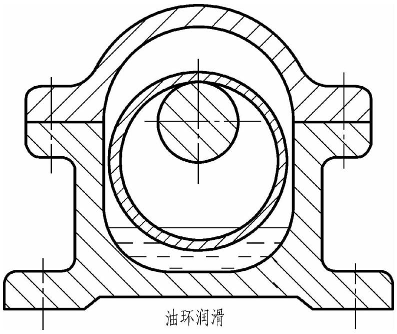
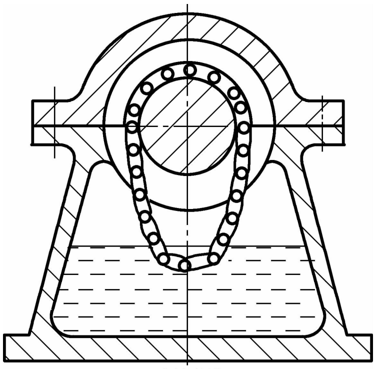
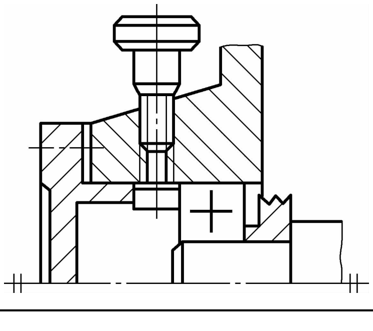
6.5.2　常见的润滑结构

一些部件或机器中，为保证它们的正常运转，设计时必须考虑润滑结构。常见的润滑结构有飞溅及油浴润滑、滴油润滑、带油润滑和脂润滑等。润滑油通常有液体润滑油和脂润滑油。常见的润滑结构及绘图示例见表 6-5。

表 6-5　常用的润滑结构及绘图示例

润滑油	结构类别	图例	说明
液体润滑油	飞溅及油浴润滑	 滚动轴承油浴润滑	滚动轴承油浴润滑的油面不超过下方钢球的中心线；齿轮油浴润滑时，齿轮浸油深度大于 10mm，小于或等于 1 ~2 个齿高
		 齿轮油浴润滑	
	滴油润滑	 油杯润滑	油杯是标准件，装配图中只画外形；油垫润滑时，油垫紧靠在油池底面和转动轴表面

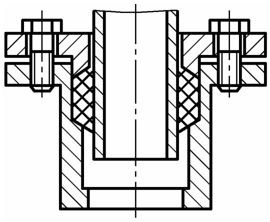
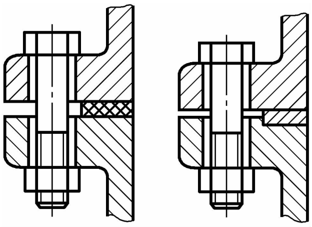
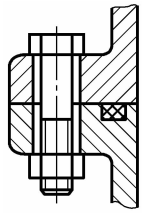
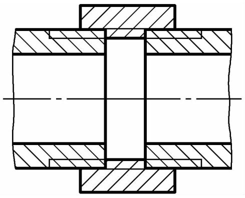
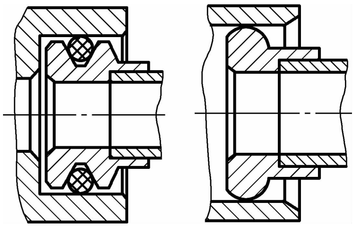
（续）

润滑油	结构类别	图例	说明
液体润滑油	滴油润滑	 油垫润滑	油杯是标准件，装配图中只画外形；油垫润滑时，油垫紧靠在油池底面和转动轴表面
	带油润滑	 油环润滑  油链润滑	油环和油链的下方应浸在油中
脂润滑油	脂润滑		壳体径向或压盖轴向上应留有注油孔，装入黄油杯。油杯是标准件，只画外形

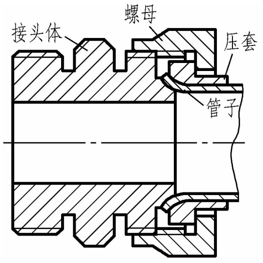
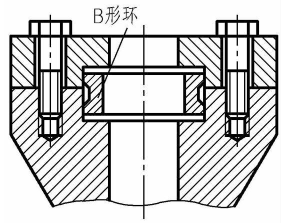
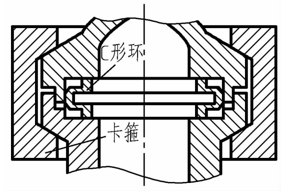
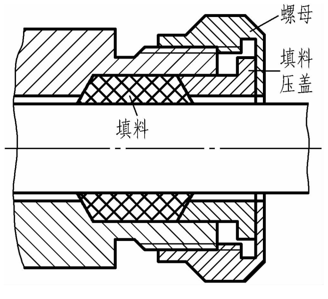
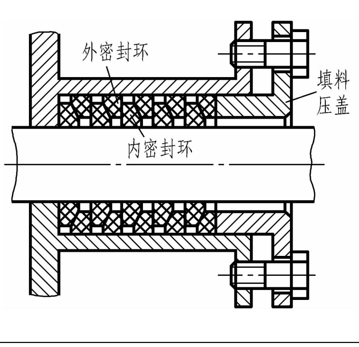
6.5.3　常见的密封装置

有润滑结构的机器中，为防止液体外流或灰尘进入，需要设置密封装置。根据机器的功能需求，通常有静密封装置和动密封装置之分，动密封装置又分为接触式动密封和非接触式动密封。常见的密封结构及绘图示例见表 6-6。

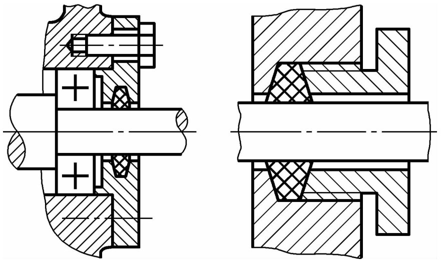
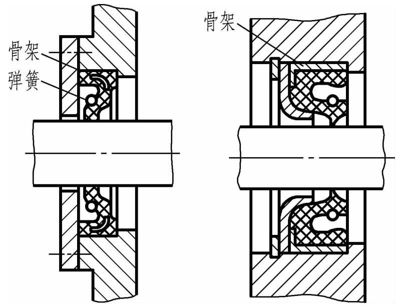
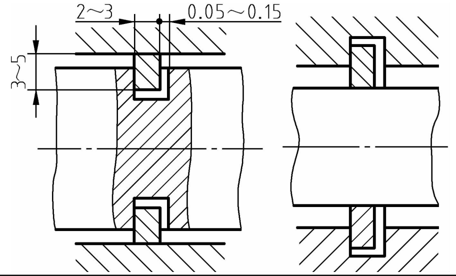
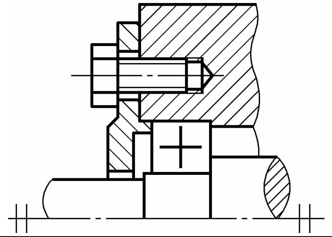
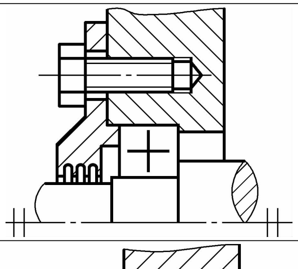
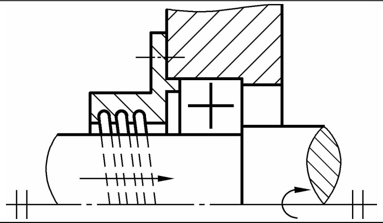
表 6-6　常用的密封结构及绘图示例

密封装置	结构类别	图　　例	说　　明
静密封装置	填料函密封		填料应充满密封槽,壳体与法兰盘之间在轴向要留有一定的间隙
	垫片密封		被密封的两个零件不接触,应留出缝隙,而密封垫片与两个被密封的零件必须完全接触
			密封件为软材料时,应充满凹槽,即四周均无缝隙
	管道连接密封		螺纹联接处用麻、胶等密封时,图中不画出
			橡胶圈密封、球头密封时,与连接件是线接触,绘图时应画成相切

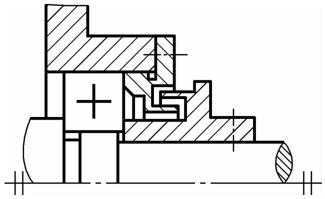
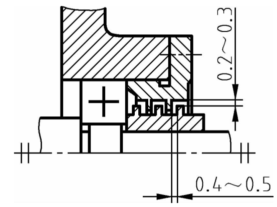
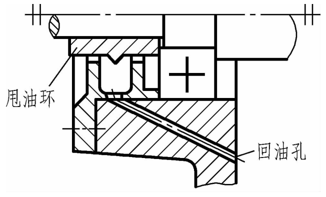
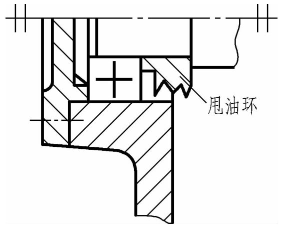
（续）

密封装置	结构类别		图　　例	说　　明
静密封装置	管道连接密封			用扩口锥面来密封时，螺母与压套的端面接触，压套、接头体和管子之间是锥面接触
	自紧式密封		 	B 形环和 C 形环密封时，环的外圆柱面与被密封件接触
动密封装置	接触式动密封	填料压盖密封	 	填料或密封环用填料压盖压紧，其轴向各个端面相互接触，压盖与轴径间有间隙

（续）

密封装置	结构类别		图 例	说 明
动密封装置	接触式动密封	毛毡密封		毛毡应充满密封槽，且与轴径相接触，压盖与轴径间有间隙。用螺纹压盖时，注意螺纹压盖的画法
		皮碗密封		将皮碗固定于不动件上
		涨圈密封		涨圈槽可以在轴上，也可以在壳体上，槽底留间隙。涨圈与槽的侧面一面接触，一面不接触
	非接触式动密封	缝隙密封（脂润滑场合）		在轴承和轴承盖的通孔壁之间留一个极窄的隙缝，半径间隙通常为 0.1 ~ 0.3mm 如果再设计一些环槽结构，并在环槽中添以润滑脂，可以提高密封效果。当用油润滑时，可在端盖上车出螺纹槽，以便把欲流出的油借螺旋的输送作用而送回轴承腔内。但螺纹槽的旋向需根据轴的转向来确定
				
				

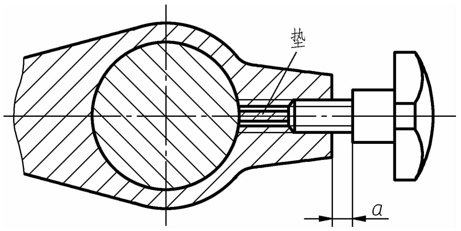
（续）

密封装置	结构类别		图　　例	说　　明
动密封装置	非接触式动密封	曲路密封（脂润滑场合）		当环境比较脏和比较潮湿时，采用曲路密封是相当可靠的。曲路密封是由旋转的和固定的密封零件之间拼合成的曲折的缝隙所形成的。缝隙中添入润滑脂，可增加密封效果。根据结构，曲路的布置可以是径向的或轴向的
				
		甩油密封（油润滑场合）		油润滑时，在轴上装入一个环，可以把欲向外流失的油甩开，再经过轴承端盖的集油腔及与轴承腔相通的油孔流回。或在紧贴轴承处装一甩油环
				

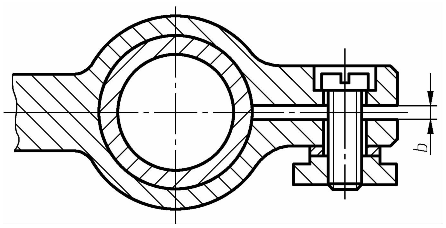
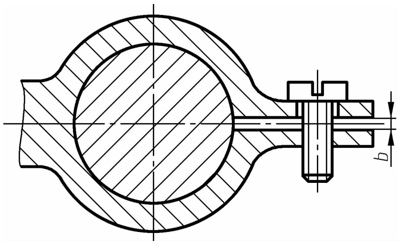
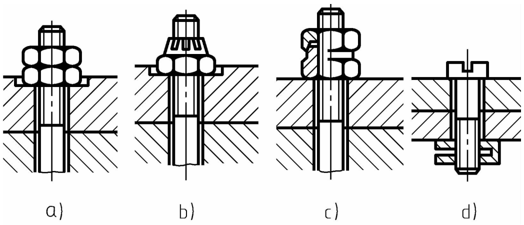
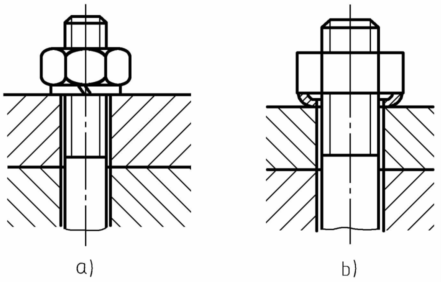
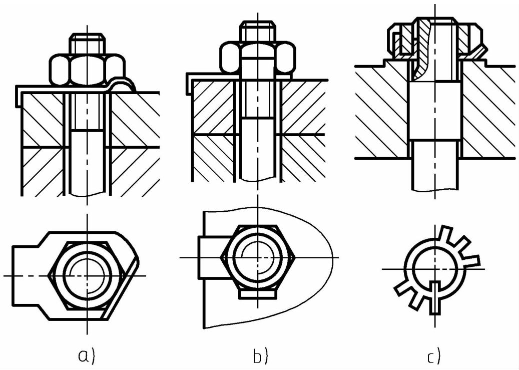
6.5.4　锁紧结构和螺纹联接防松结构

为防止零件在震荡或受冲击载荷下，产生不必要的移动，需要设计必要的锁紧和防松结构。机械结构中常见的锁紧机构有顶紧式机构和夹紧式机构，螺纹联接防松结构有摩擦防松结构和机械防松结构。常用的锁紧机构和螺纹联接防松结构及绘图示例见表6-7。

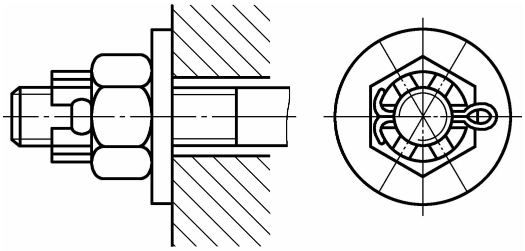
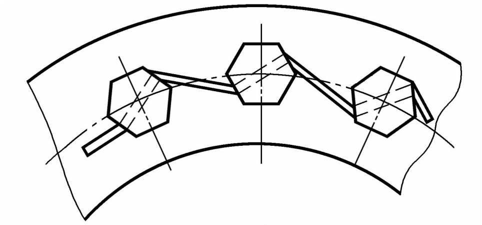
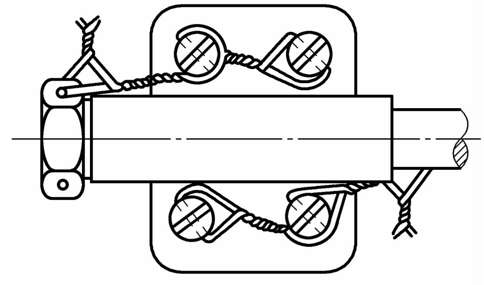
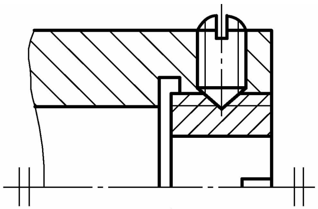
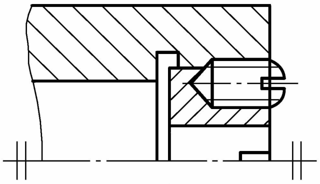
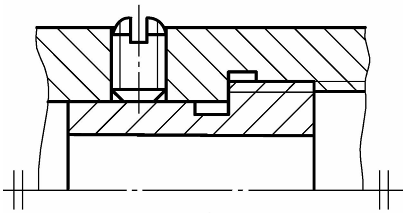
表6-7　常用的锁紧机构和螺纹联接防松结构及绘图示例

结构类别		图　　例	说　　明
锁紧机构	顶紧式机构		轴和壳体是间隙配合，螺钉拧紧后，通过垫将轴锁紧。注意壳体与螺钉之间留有一定间隙 a

（续）

结构类别			图　　例	说　　明
锁紧机构	夹紧式机构		 	夹紧式锁紧结构中，轴和壳体配合，靠螺钉进行夹紧，夹紧后留有一定间隙 *b*
螺纹联接防松结构	摩擦防松结构	螺母防松结构		防松常用的螺母形式有：双螺母（见图 a），开口螺母（见图 b），锥面螺母（见图 c），开槽螺母（见图 d）
		垫圈防松结构		常见有弹簧垫圈（见图 a）和鞍形弹性垫圈（见图 b）。材料为弹簧钢，装配后垫圈被压平，依靠反弹力使螺纹间保持压持力和摩擦力，起到防松作用
	机械防松结构	止动垫圈防松结构		防松常用的止动垫圈有：单耳止动垫圈（见图 a），双耳止动垫圈（见图 b），圆螺母止动垫圈（见图 c）

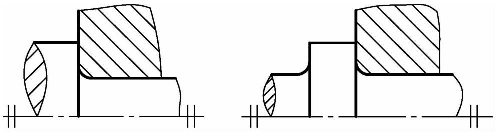
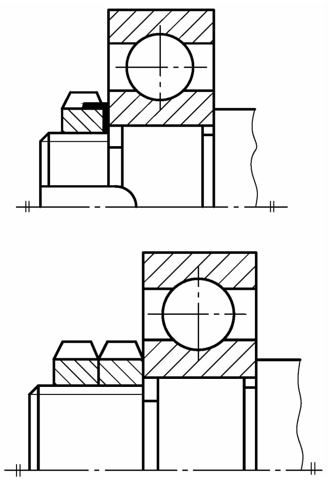
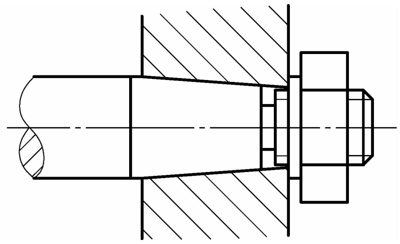
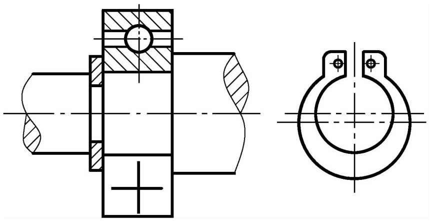
（续）

结构类别			图例	说明
螺纹联接防松结构	机械防松结构	开口销防松结构		开口销和槽形螺母配对以实现防松
		钢丝防松结构	 a)  b)	用低碳钢钢丝穿入各螺钉头部孔内，将各个螺钉串联起来，使其互相制动（见图 a）。或者将钢丝拧接在一起，起到防松的作用（见图 b）
		紧定螺钉防松结构	 a)  b)  c)	紧定螺钉只能用于受力不大的两个零件之间相对位置的固定

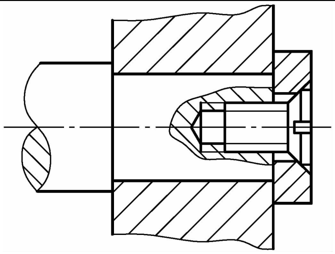
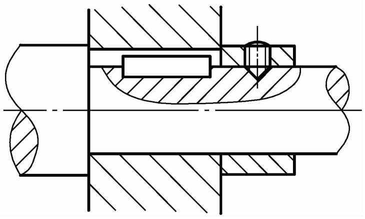
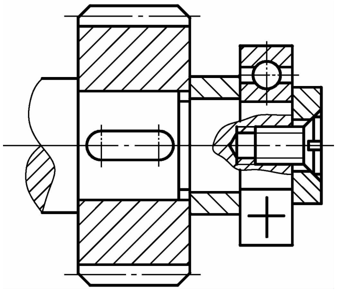
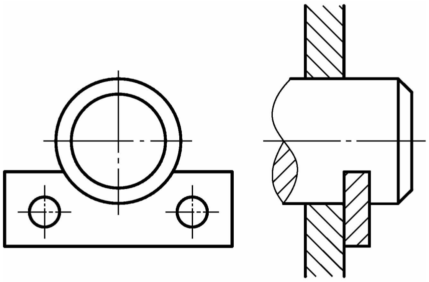
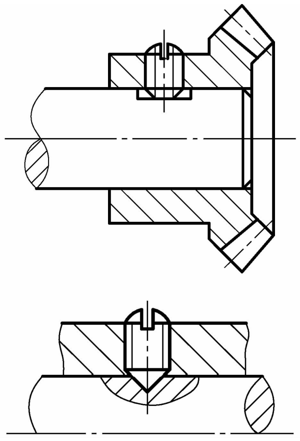
6.5.5　轴上零件的连接和固定

轴是机械传动中的重要零件，一般进行轴的设计时，要考虑轴上零件的轴向和周向定位。常用轴上零件的连接和固定形式及绘图示例见表 6-8。

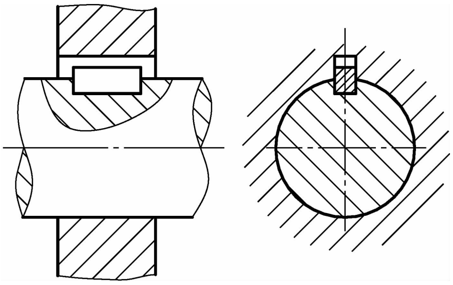
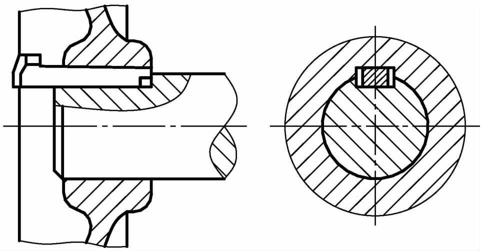
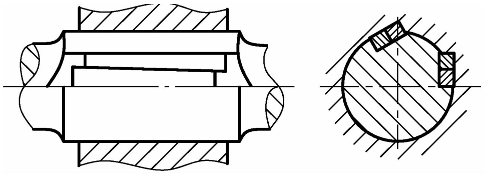
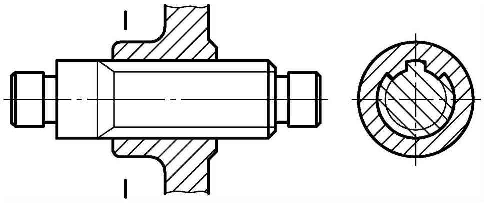
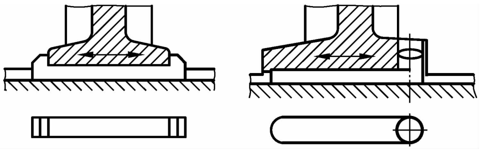
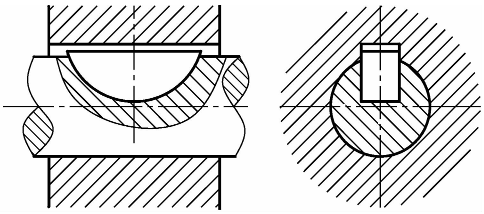
表 6-8　常用轴上零件的连接和固定形式及绘图示例

定位类别	结构	图　　例	说　　明
轴向定位	轴肩、轴环定位		结构简单，定位可靠，可承受较大轴向力。常用于齿轮、链轮、带轮、联轴器和轴承等定位
	圆螺母定位		固定可靠，装拆方便，可承受较大的轴向力。由于轴上加工螺纹，轴的疲劳强度降低。常用圆螺母与止动垫圈或双圆螺母固定轴端零件，当零件间距较大时，亦可用圆螺母代替套筒以减小结构重量
	圆锥面定位		能消除轴和轮毂间的径向间隙，装拆较方便，可兼做周向固定，能承受冲击载荷。多用于轴端零件固定，常与轴端压板或螺母联合使用，使零件获得双向轴向固定
	弹性挡圈定位		结构简单紧凑，只能承受很小的轴向力，常用于固定滚动轴承

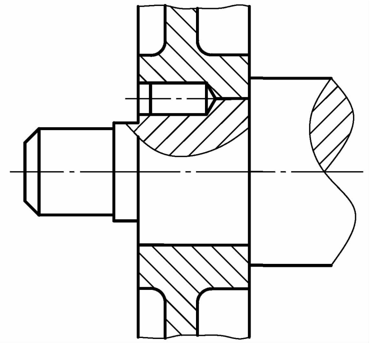
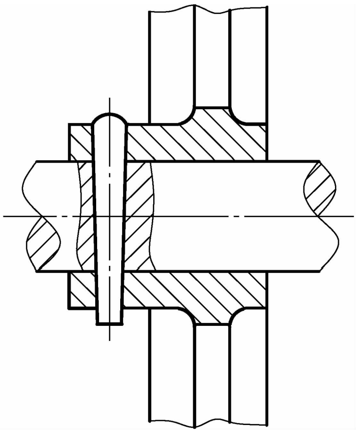
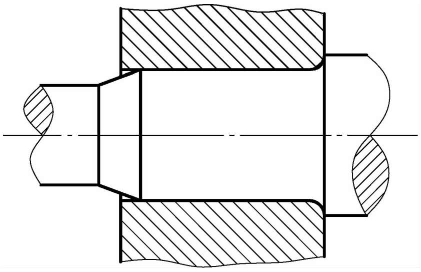
（续）

定位类别	结构	图　　例	说　　明
轴向定位	轴端挡圈定位		适用于固定轴端零件，可承受剧烈振动和冲击载荷
	锁紧挡圈定位		结构简单，不能承受大的轴向力，不宜用于高速轴。常用于光轴上零件的固定
	套筒定位		结构简单，定位可靠，轴上不需开槽、钻孔和切制螺纹，因而不影响轴的疲劳强度。一般用于零件间距较小场合，以免增加结构重量。轴的转速很高时不宜采用
	轴端挡板		适用于轴和轴端固定
	紧定螺钉		适用于轴向力很小、转速很低或仅为防止零件偶然沿轴向滑动的场合 紧定螺钉同时也起周向固定作用

（续）

定位类别	结构	图　　例	说　　明
周向定位	平键		用于较高精度、高转速及受冲击或变载荷作用下的固定联结中，还可用于一般要求的导向联结中。齿轮、蜗轮、带轮与轴的联结常用此形式
	楔键		能传递转矩，同时能承受单向轴向力。由于装配后造成轴上零件的偏心或偏斜，故不适于要求严格对中、有冲击载荷及高速传动联结
	切向键		用于载荷很大，对中要求不严的场合。由两个斜度为 1∶100 的楔键组成。一个切向键只能传递一个方向的转矩，传递双向转矩时，需用两个互成 120°的切向键
	花键		有矩形、渐开线及三角形花键之分。承载能力高、定心性及导向性好，但制造困难、成本较高。适于载荷较大，对定心精度要求较高的滑动联结或固定联结
	滑键		键固定在轮毂上，键随轮毂一同沿轴上键槽做轴向移动。常用于轴向移动距离较大的场合
	半圆键		键在轴上键槽中能绕其几何中心摆动，故便于轮毂往轴上装配，但轴上键槽很深，削弱了轴的强度。用于载荷较小的联结或作为辅助性联结，也用于锥形轴及轮毂联结

（续）

定位类别	结构	图　　例	说　　明
周向定位	圆柱销		适用于轮毂宽度较小，用键联结难以保证轮毂和轴可靠固定的场合。这种联接一般采用过盈配合，并可同时采用几只圆柱销。为避免钻孔时钻头偏斜，要求轴和轮毂的硬度差不能太大
	圆锥销		用于固定不太重要、受力不大但同时需要轴向固定的零件，或做安全装置用。由于在轴上钻孔对轴的强度削弱较大，故对重载的轴不宜采用
	过盈配合		结构简单，对中性好，承载能力高，可同时起周向和轴向固定作用，但不宜用于常拆卸的场合。对于过盈量在中等以下的配合，常与平键联结同时使用，以承受较大的交变、振动和冲击载荷

6.6　装配图的画法示例

本节列举了一些常见的部件和设备，分析了它们的工作原理和装配关系，按照装配图的表达方案要求，合理地绘制了它们的装配图，供读者参考。

6.6.1　千斤顶

1. 千斤顶的工作原理及装配关系

千斤顶是一种用来顶举重物的起重或顶压工具，常用于汽车修理及机械安装过程中。图 6-9 所示是一种简单而常见的千斤顶。从该千斤顶的立体图可以看出，它是利用螺旋传动来完成重物的顶起工作。

千斤顶的工作原理：正常工作时，重物压在顶垫上，铰杠穿入螺旋杆上部孔中，旋转铰杠，螺旋杆在螺套中即可上、下移动，从而顶起或放下重物。

千斤顶的装配关系：螺套放入底座内腔，用螺钉（GB/T 73　M10 × 12）定位；顶垫内腔为球面，与螺杆顶部的球面配合，形成传递承重的配合面，并用螺钉（GB/T 75　M8 × 12）进行锁定，使顶垫与螺杆一起旋转且不脱落。

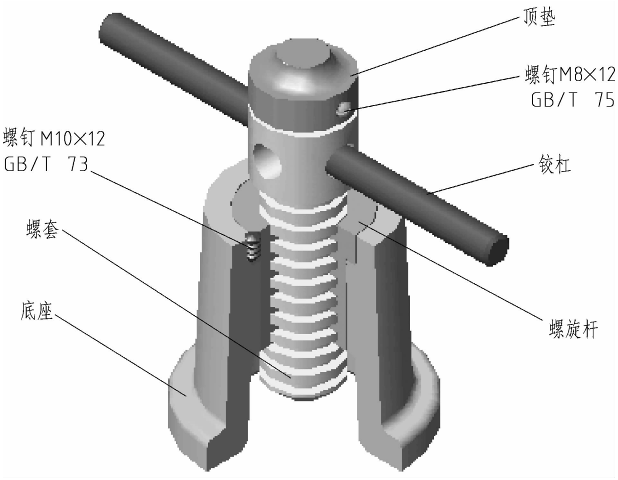


图 6-9　千斤顶的立体图

2. 千斤顶的装配图

根据图 6-9 所示的装配关系和各个零件的结构绘制千斤顶装配图，如图 6-10 所示。采用一个全剖的主视图来表达零件的主要装配关系和工作原理，用双点画线表示千斤顶顶起重物的极限位置。

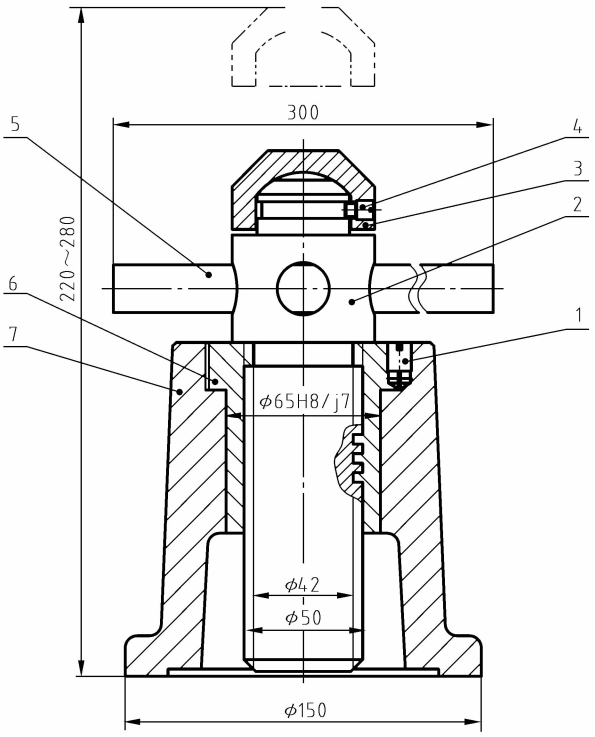
6.6.2　管钳

1. 管钳的工作原理及装配关系

管钳是一种钳工夹具，用以夹紧管子进行攻螺纹、下料等加工，如图 6-11 所示。图 6-12为管钳的零件拆卸图。

管钳的工作原理：转动手柄，带动螺杆旋转。两圆柱销由滑块上两孔穿入，嵌入螺杆另一端的环槽内，使螺杆与滑块连在一起。螺杆的旋转使滑块在钳座体内上下滑动，从而起到夹具的作用。

管钳的装配关系：滑块两个侧面与钳座内侧采用间隙配合，滑块在钳座内滑动；滑块和螺杆之间靠销连接成一体；螺杆和钳座之间依靠两者的螺纹旋合。



7		底座	1	HT200	
6		螺套	1	QAL9－4	
5		铰杠	1	Q255	
4	GB/T 75—1985	螺钉M8×12	1	Q235	
3		顶垫	1	Q255	
2		螺旋杆	1	Q255	
1	GB/T 73—1985	螺钉M10×12	1	Q235	
序号	代号	零件名称	数量	材料	备注

制图			千斤顶		
校核				比例　1:2	数量
审核					

图 6-10　千斤顶的装配图

2. 管钳的装配图

根据图 6-11 所示的装配关系和各个零件的结构绘制管钳装配图，如图 6-13 所示。主视图三处用局部剖视分别表达 3 号件销和 4 号件螺杆的装配关系；1 号件钳座和 4 号件螺杆的

装配关系，并用局部放大图进一步表达这两个件连接处的牙型结构；5 号件手柄和 6 号件套圈的装配关系。A 向局部视图表达了钳座底部的结构。

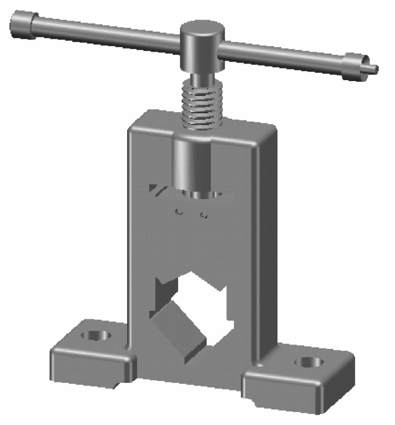


图 6-11　管钳的立体图

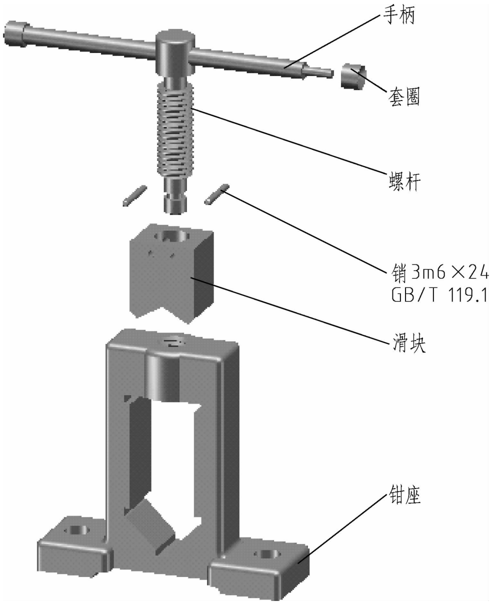
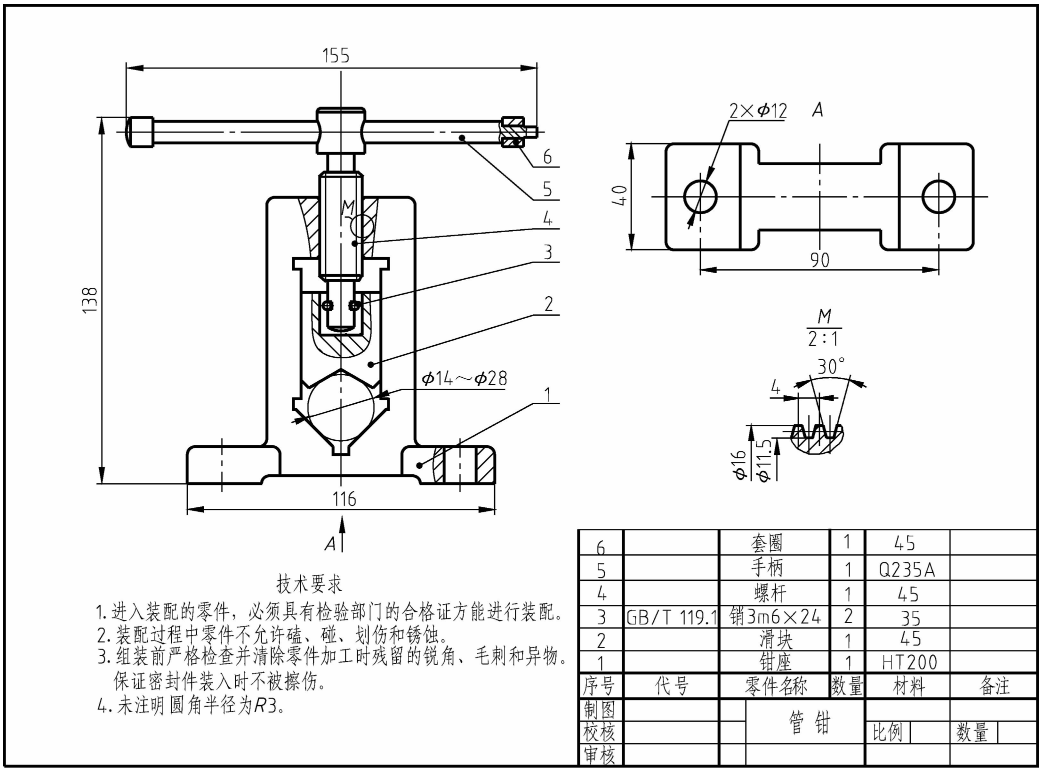


图 6-12　管钳的零件拆卸图



技术要求

1. 进入装配的零件，必须具有检验部门的合格证方能进行装配。
2. 装配过程中零件不允许磕、碰、划伤和锈蚀。
3. 组装前严格检查并清除零件加工时残留的锐角、毛刺和异物。保证密封件装入时不被擦伤。
4. 未注明圆角半径为R3。

6		套圈	1	45	
5		手柄	1	Q235A	
4		螺杆	1	45	
3	GB/T 119.1	销3m6×24	2	35	
2		滑块	1	45	
1		钳座	1	HT200	
序号	代号	零件名称	数量	材料	备注

制图		管　钳		
校核			比例	数量
审核				

图 6-13　管钳的装配图

6.6.3　机用虎钳

1. 机用虎钳的工作原理及装配关系

机用虎钳是一种机床通用附件，配合机床工作台使用，对加工过程中的工件起固定、夹紧、定位作用，以便进行切削加工。图 6-14 所示是机床常用的平口机用虎钳，组成该机用虎钳的零件如图 6-15 所示。

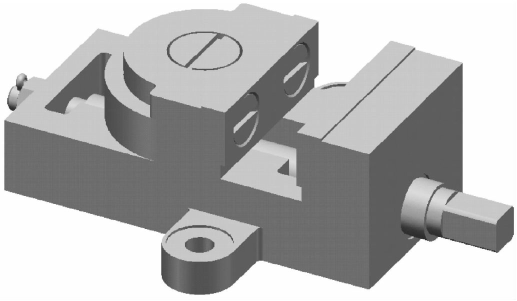


图 6-14　机用虎钳的立体图

机用虎钳的工作原理：机用虎钳的钳身安装在机床的工作台上，起到机座的作用；扳手转动螺杆，带动方块螺母和活动钳身左右移动，起到夹紧工件的作用。

机用虎钳的装配关系：根据立体图和零件拆卸图绘制机用虎钳的装配示意图，如图 6-16 所示。方块螺母与活动钳身用螺钉联结，两个侧面与固定钳身内侧间隙配合，使方块螺母在钳座内滑动；方块螺母和螺杆旋合后，在固定钳身左端用螺母与钳身固定后，再用开口销固定；左钳口板用螺钉与活动钳身固定，右钳口板用螺钉与固定钳身固定。

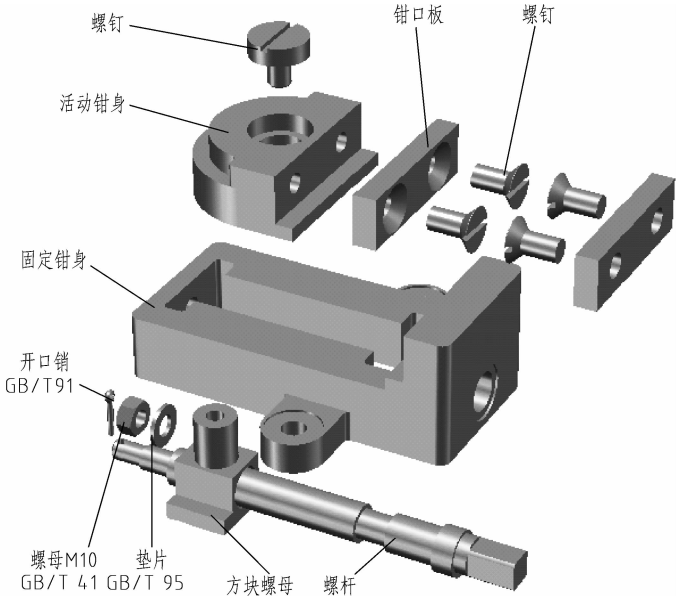


图 6-15　机用虎钳的零件拆卸图

2. 机用虎钳的装配图

根据图 6-16 所示的装配关系和各个零件的结构绘制机用虎钳的装配图。如图 6-17 所示，用全剖视的主视图表达机用虎钳的主要装配关系和工作原理；俯视图主要表达机用虎钳的外形，并用局部剖视表达 6 号件钳口板和 7 号件固定钳身用 8 号件螺钉联接的方式；左视

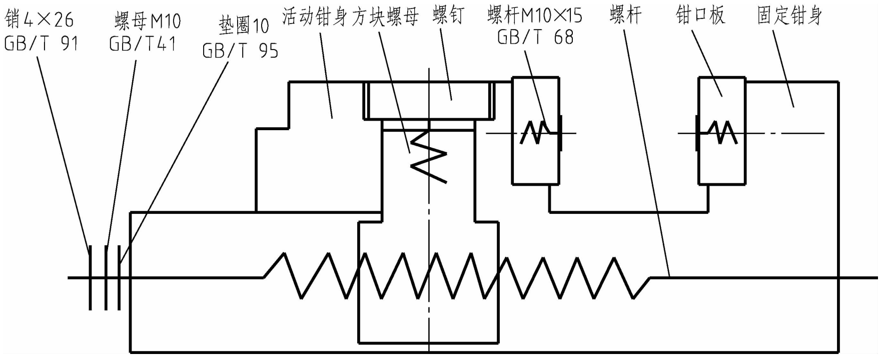
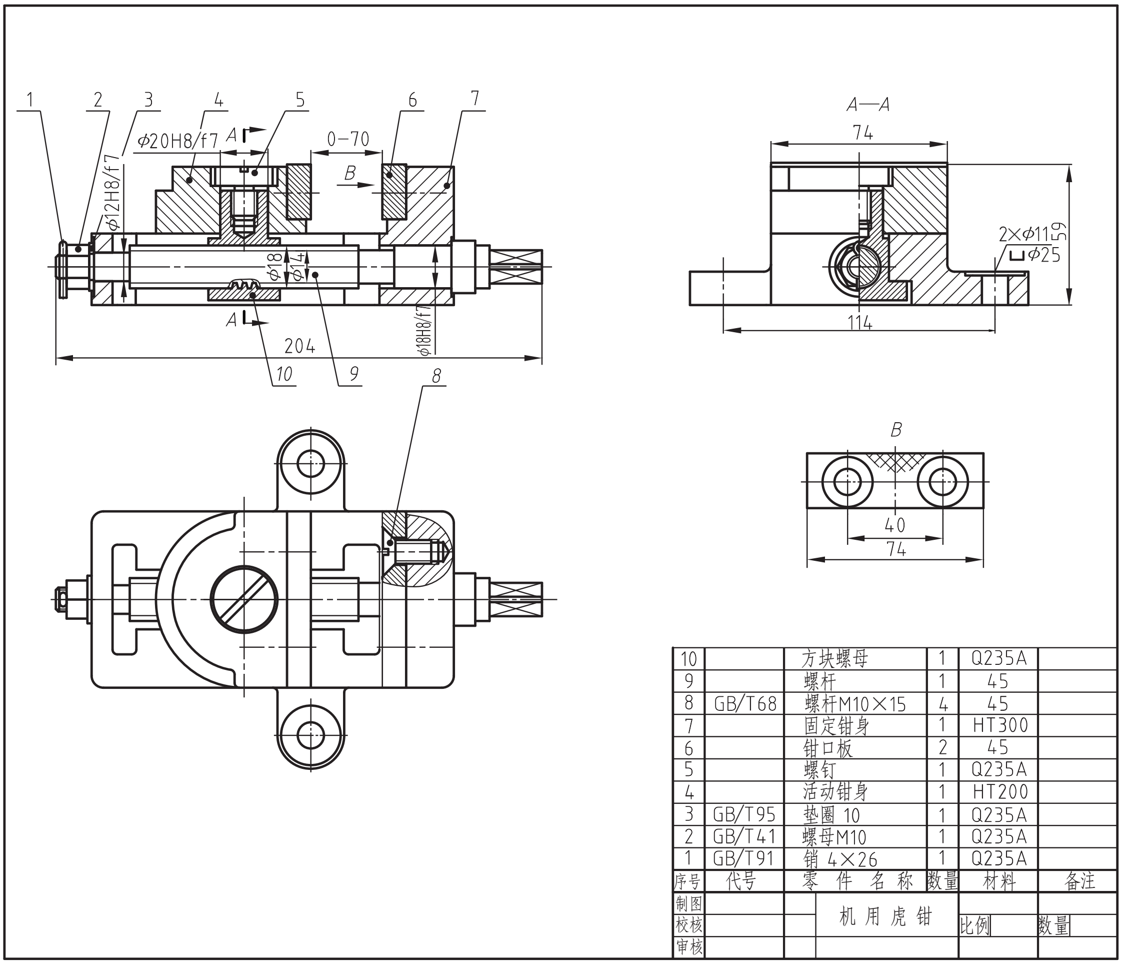


图 6-16　机用虎钳的装配示意图



10		方块螺母	1	Q235A	
9		螺杆	1	45	
8	GB/T68	螺杆M10×15	4	45	
7		固定钳身	1	HT300	
6		钳口板	2	45	
5		螺钉	1	Q235A	
4		活动钳身	1	HT200	
3	GB/T95	垫圈 10	1	Q235A	
2	GB/T41	螺母M10	1	Q235A	
1	GB/T91	销 4×26	1	Q235A	
序号	代号	零件名称	数量	材料	备注
制图		机用虎钳			
校核				比例	数量
审核					

图 6-17　机用虎钳的装配图

图用半剖视图进一步表达 4 号件活动钳身、5 号件螺钉、10 号件方块螺母、9 号件螺杆之间的连接与配合关系；用一个局部视图单独表达 6 号件钳口板的形状。

6.6.4　铣刀头

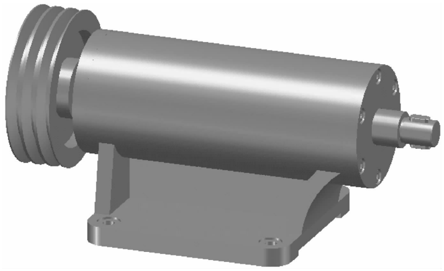


图 6-18　铣刀头的立体图

1. 铣刀头的工作原理及装配关系

铣刀头是装在铣床上进行铣削加工的机床附件，如图6-18 所示。组成铣刀头的各个零件如图6-19 所示。

铣刀头的工作原理：铣刀装在铣刀盘上，铣刀盘通过键与轴联结（铣刀盘和铣刀不属于铣刀头中的零件)，当动力通过 V 带传给带轮，再通过键传到轴，即可带动铣刀盘转动，从而对零件进行铣削加工。

铣刀头的装配关系：根据立体图和零件拆卸图绘制铣刀头的装配示意图，如图 6-20 所示。铣刀头座体的两端用圆锥滚子轴承来支撑轴，轴承外侧安装端盖，端盖用螺钉与座体联结；轴的一端安装带轮，为动力输入端，带轮和轴用键联结，其外端依靠销、挡圈、螺钉实现定位和紧固；轴的另一端为动力输出端，通过键使铣刀头与轴联结。

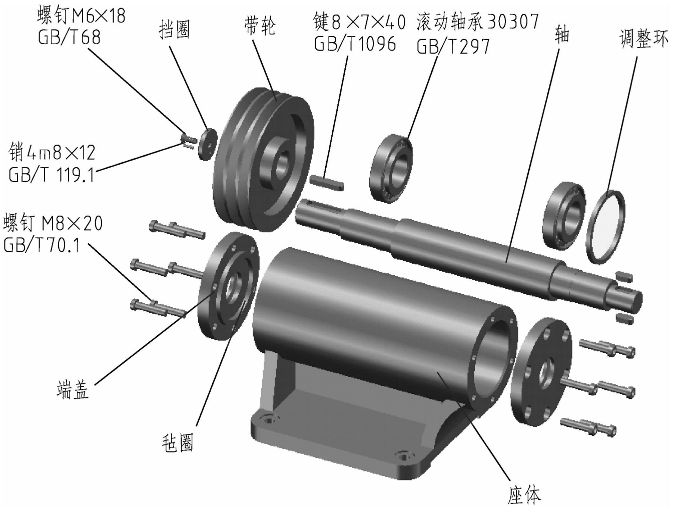


图 6-19　铣刀头的零件拆卸图

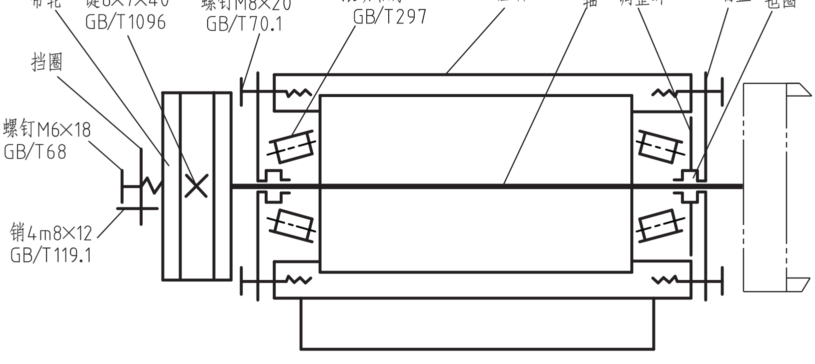
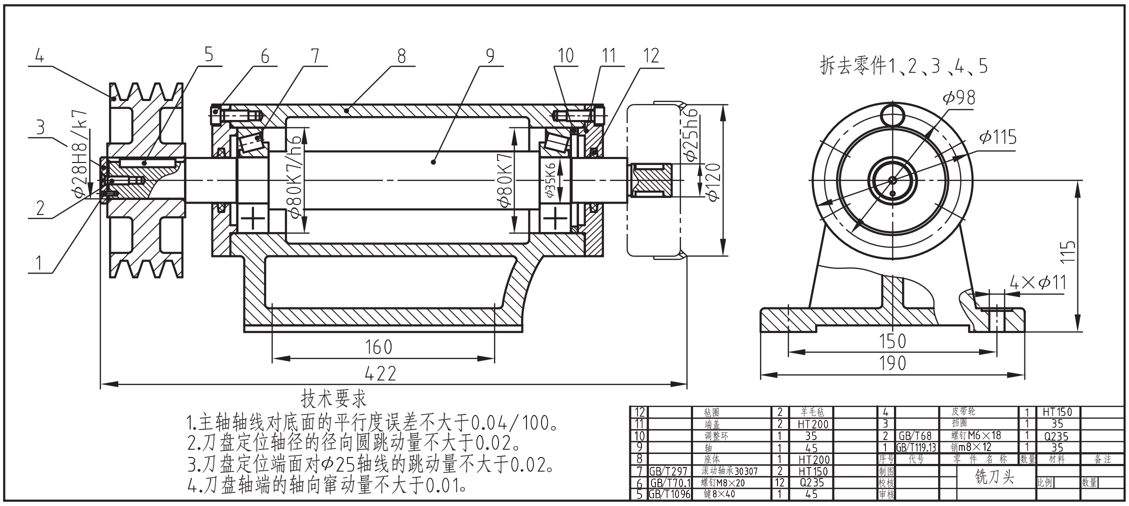


图 6-20　铣刀头的装配示意图

2. 铣刀头的装配图

根据图 6-20 所示的装配关系和各个零件的结构绘制铣刀头的装配图。如图 6-21 所示，铣刀头的装配图采用两个视图来表达，全剖视的主视图主要表达各个零件的装配关系和工作原理，图中用双点画线绘制铣刀盘和铣刀的轮廓；左视图主要表达铣刀头的外轮廓，用局部剖视表达座体中肋板和安装孔的结构。



技术要求

1.主轴轴线对底面的平行度误差不大于0.04/100。
2.刀盘定位轴径的径向圆跳动量不大于0.02。
3.刀盘定位端面对ϕ25轴线的跳动量不大于0.02。
4.刀盘轴端的轴向窜动量不大于0.01。

12		毡圈	2	羊毛毡		4		皮带轮	1	HT150	
11		端盖	2	HT200		3		挡圈	1	35	
10		调整环	1	35		2	GB/T68	螺钉M6×18	1	Q235	
9		轴	1	45		1	GB/T119.13	销m8×12	1	35	
8		座体	1	HT200		序号	代号	零件名称	数量	材料	备注
7	GB/T297	滚动轴承30307	2	HT150		制图		铣刀头			
6	GB/T70.1	螺钉M8×20	12	Q235		校核				比例	数量
5	GB/T1096	键8×40	1	45		审核					

图 6-21　铣刀头的装配图

6.6.5　手动气阀

1. 手动气阀的工作原理及装配关系

手动气阀是汽车中使用的一种压缩空气的开关机构，如图 6-22 所示。构成手动气阀的零件如图 6-23 所示。

手动气阀的工作原理及装配关系：由图 6-24 所示的装配示意图可知，当拉动手柄球时，带动气阀杆到最高位置，这时储气筒便与工作气缸接通。按压手柄球，使气阀杆落到最低位置时，工作气缸与储气筒的通道就被关闭，此时工作气缸通过气阀杆中心的孔道与大气接通。气阀杆与阀体内腔为间隙配合，其上套有 O 形密封圈，以防止压缩空气泄漏；气阀杆的位置固定靠螺母来实现。

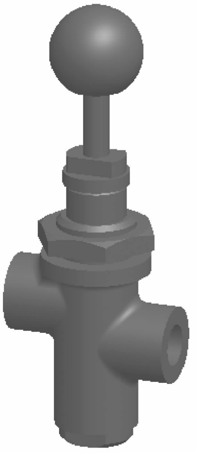


图 6-22　手动气阀的立体图

2. 手动气阀的装配图

根据图 6-24 所示的装配关系和各个零件的结构绘制手动气阀的装配图。如图 6-25 所示，组成该手动气阀的零件较少，只有一条装配干线，用一个全剖的主视图表达气阀的装配关系和工作原理即可。

6.6.6　回油阀

1. 回油阀的工作原理及装配关系

回油阀是供油管路上的装置，如图 6-26 所示。组成回油阀的各个零件如图 6-27 所示。

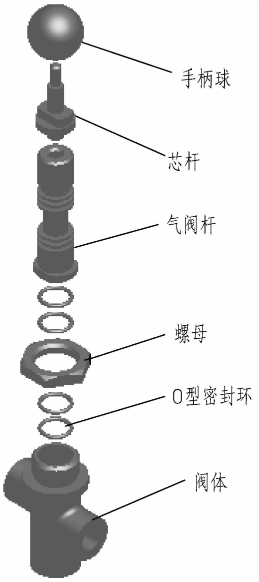


图 6-23　手动气阀的零件拆卸图

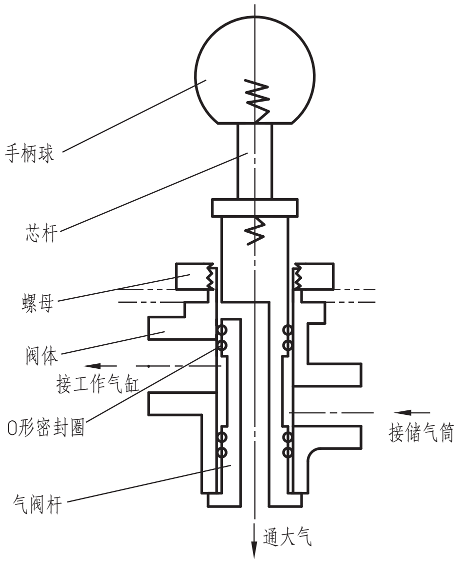
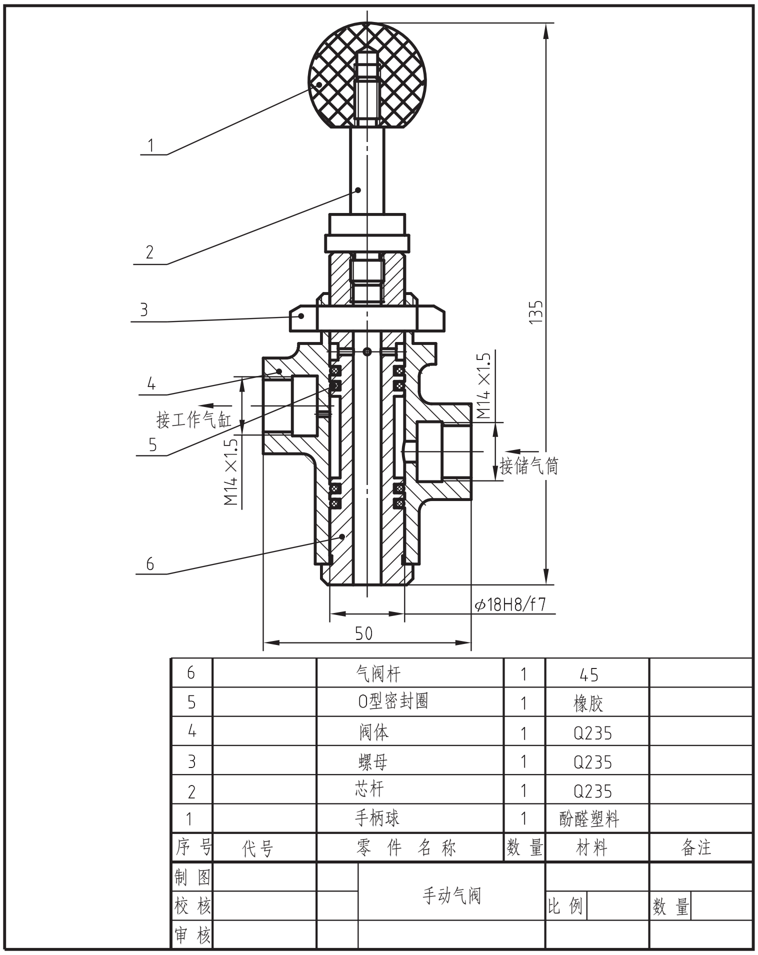


图 6-24　手动气阀的装配示意图



序号	代号	零件名称	数量	材料	备注
6		气阀杆	1	45	
5		O型密封圈	1	橡胶	
4		阀体	1	Q235	
3		螺母	1	Q235	
2		芯杆	1	Q235	
1		手柄球	1	酚醛塑料	

制图			手动气阀				
校核				比例		数量	
审核							

图 6-25　手动气阀的装配图

回油阀的工作原理及装配关系：根据立体图和零件拆卸图绘制回油阀的装配示意图，如图 6-28 所示。阀体的内腔套一个阀门；阀门里面安装一个弹簧，弹簧上端依靠弹簧托盘固定；弹簧托盘再与螺杆配合，为防止螺杆松动，用一螺母进行压紧；阀盖与阀体用螺栓来联接；上端用一个螺钉联接阀罩与阀盖。

正常工作时，阀门依靠弹簧的压力处于关闭状态，此时，油从阀体右侧孔流入，经阀体下端的孔进入导管。当导管中的油压增高并超过弹簧压力时，阀门即被顶开，油就顺着阀体左端孔经另一导管流回油箱，从而保证了管路的安全。

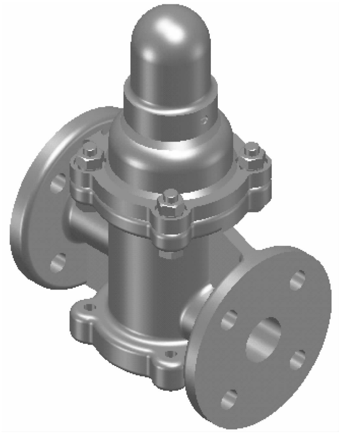


图 6-26　回油阀的立体图

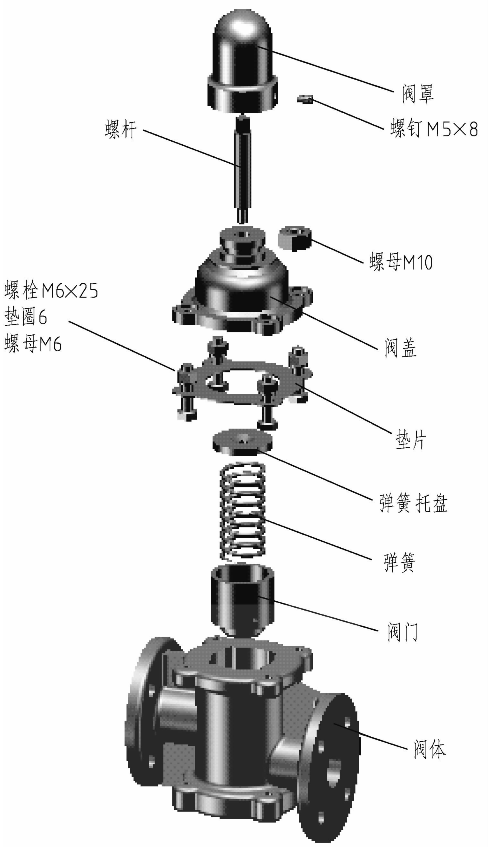


图 6-27　回油阀的零件拆卸图

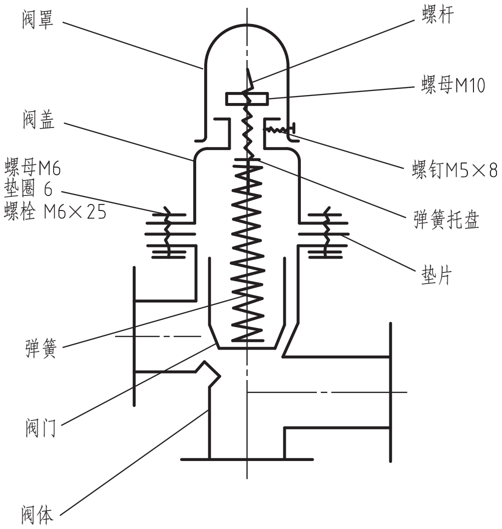
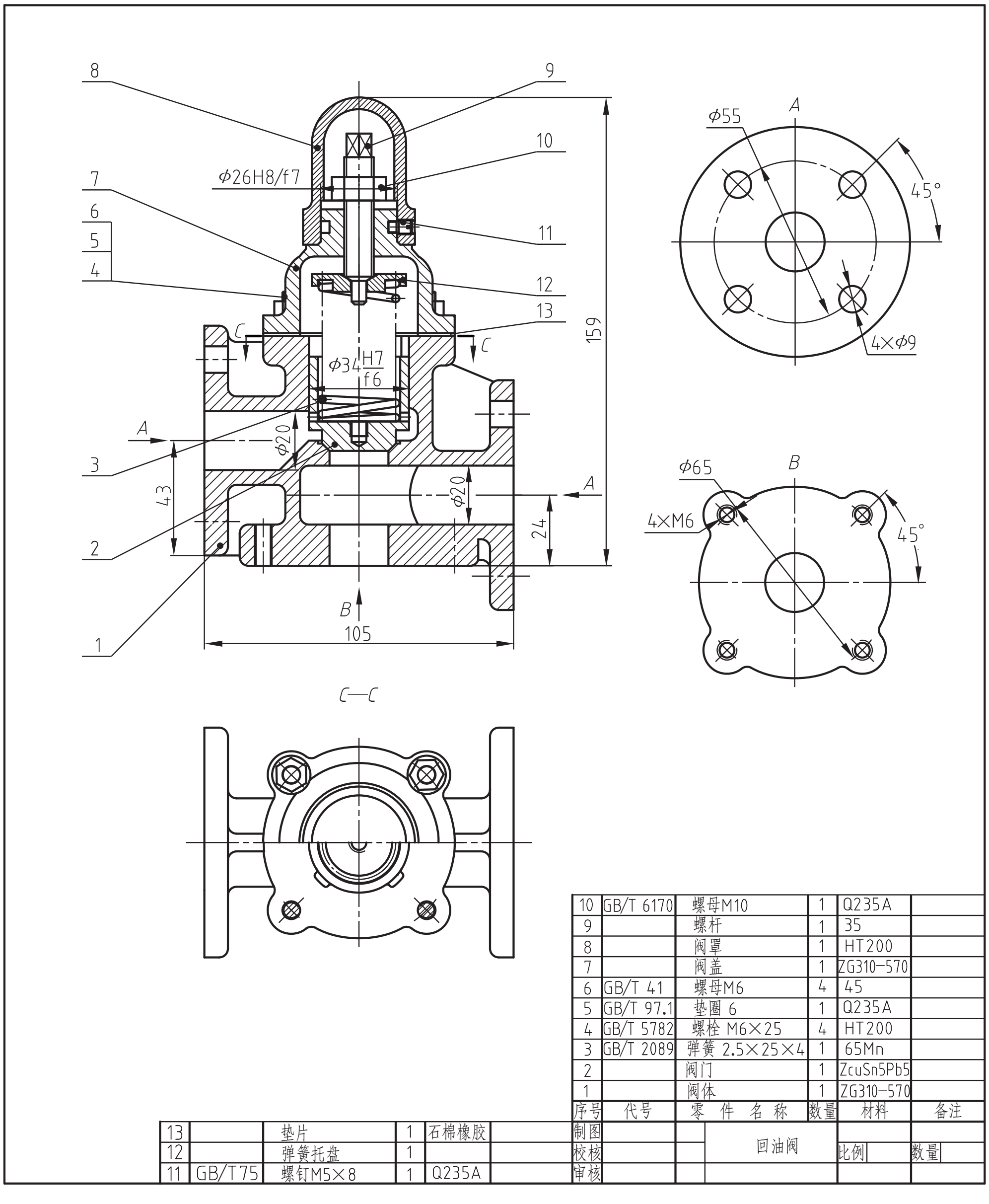


图 6-28　回油阀的装配示意图

2. 回油阀的装配图

根据图 6-28 所示的装配关系和各个零件的结构绘制回油阀装配图。如图 6-29 所示，全剖主视图表达回油阀的装配关系和工作原理；俯视图沿着阀体与阀盖的结合面剖切，用半剖视图表达，反映阀门与阀体连接的关系；*A* 向局部视图和 *B* 向局部视图表达阀体的

安装表面结构。



序号	代号	零件名称	数量	材料	备注
13		垫片	1	石棉橡胶	
12		弹簧托盘	1		
11	GB/T75	螺钉M5×8	1	Q235A	
10	GB/T 6170	螺母M10	1	Q235A	
9		螺杆	1	35	
8		阀罩	1	HT200	
7		阀盖	1	ZG310-570	
6	GB/T 41	螺母M6	4	45	
5	GB/T 97.1	垫圈 6	1	Q235A	
4	GB/T 5782	螺栓 M6×25	4	HT200	
3	GB/T 2089	弹簧 2.5×25×4	1	65Mn	
2		阀门	1	ZcuSn5Pb5	
1		阀体	1	ZG310-570	

图 6-29　回油阀的装配图

6.6.7　齿轮油泵

1. 齿轮油泵的工作原理及装配关系

齿轮油泵为输送润滑油的部件，如图 6-30 所示。组成齿轮油泵的各个零件如图 6-31 所示。

齿轮油泵的工作原理：如图 6-32 所示，传动齿轮轴带动主动轮一起逆时针转动，从而

带动从动轮顺时针转动。当齿轮在啮合传动时，啮合区内右边的油压降低，油池内的油在大气压力的作用下进入油泵低压区内的进油口，随着齿轮的转动，齿槽中的油不断沿箭头方向被带至左边的出油口，把油压出。

齿轮油泵的装配关系：根据立体图和零件拆卸图绘制齿轮油泵的装配示意图，如图 6-33 所示。该齿轮油泵由 18 种零件组成，泵体容纳一对齿轮，左右端盖支撑齿轮轴的旋转运动；销将端盖与泵体定位后，用螺钉进行联接固定；为防止联接处漏油，用垫片、密封圈、轴套和压紧螺母进行密封。

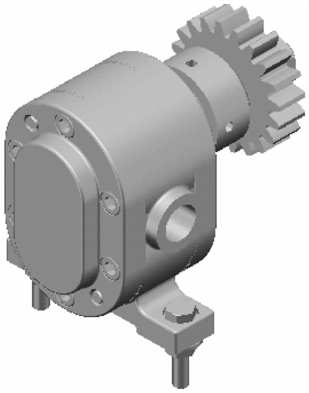


图 6-30　齿轮油泵的立体图

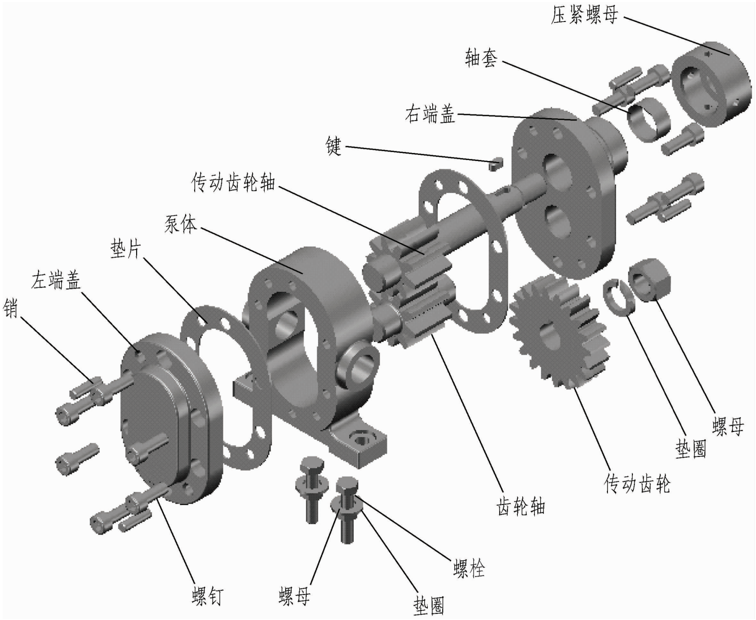


图 6-31　齿轮油泵的零件拆卸图

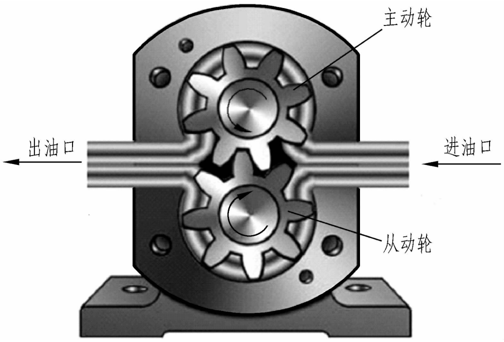


图 6-32　齿轮油泵的工作原理

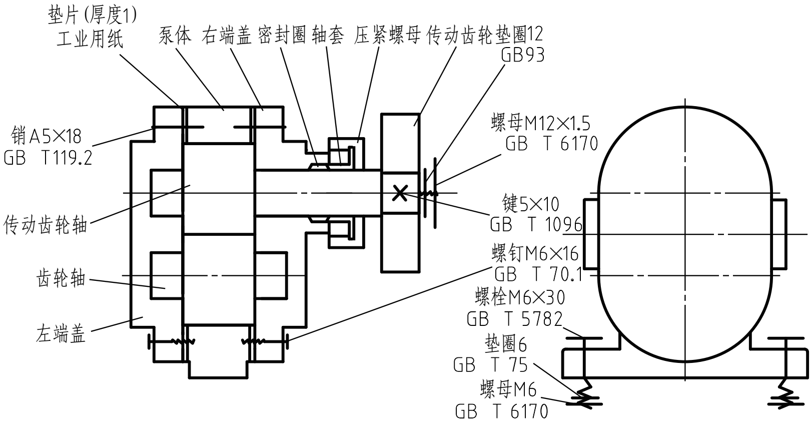
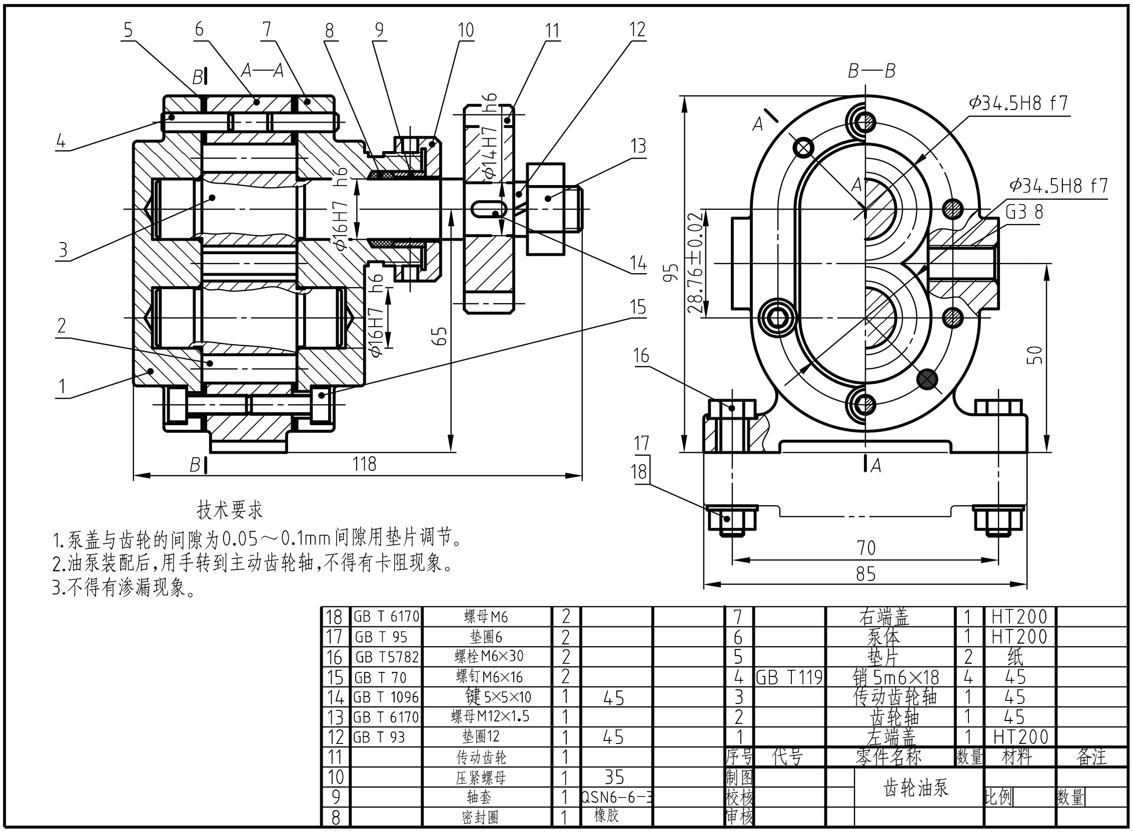


图 6-33　齿轮油泵的装配示意图

2. 齿轮油泵的装配图

根据图 6-33 所示的装配关系和各个零件的结构绘制齿轮油泵的装配图。如图 6-34 所示，主视图用全剖视图表达齿轮油泵的装配关系；左视图沿着泵体与左泵盖的结合面剖切，采用半剖视图表达齿轮油泵的工作原理；左视图中用双点画线表达泵体相邻连接件的轮廓。



技术要求

1.泵盖与齿轮的间隙为0.05～0.1mm间隙用垫片调节。
2.油泵装配后,用手转到主动齿轮轴,不得有卡阻现象。
3.不得有渗漏现象。

序号	代号	零件名称	数量	材料	备注
18	GB T 6170	螺母M6	2		
17	GB T 95	垫圈6	2		
16	GB T5782	螺栓M6×30	2		
15	GB T 70	螺钉M6×16	2		
14	GB T 1096	键 5×5×10	1	45	
13	GB T 6170	螺母M12×1.5	1		
12	GB T 93	垫圈12	1	45	
11		传动齿轮	1		
10		压紧螺母	1	35	
9		轴套	1	QSN6-6-3	
8		密封圈	1	橡胶	
7		右端盖	1	HT200	
6		泵体	1	HT200	
5		垫片	2	纸	
4	GB T119	销 5m6×18	4	45	
3		传动齿轮轴	1	45	
2		齿轮轴	1	45	
1		左端盖	1	HT200	

制图	齿轮油泵		
校核		比例	数量
审核			

图 6-34　齿轮油泵的装配图

6.6.8　弯曲模

1. 弯曲模的工作原理及装配关系

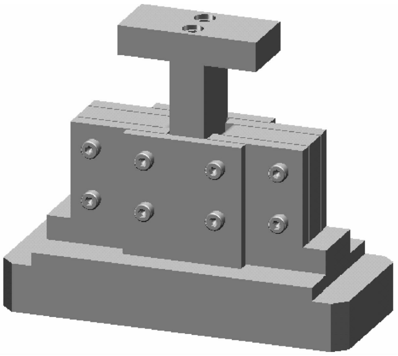


图 6-35　弯曲模的立体图

如图 6-35 所示的弯曲模是一个模具部件，属于冲模，一般用在立式压力机上。其结构主要有上模和下模两部分，上模固定在滑块上，下模固定在工作台上。组成弯曲模的各个零件如图 6-36 所示。

弯曲模的工作原理及装配关系：这是一套使被冲件首次弯曲呈深“U”形的弯曲模，一共由 14 种不同的零件组成。被冲件利用中间长圆孔套在定位钉上进行定位，宽度方向依靠定位侧板定位，以避免工件歪斜；凸模、凹模和模架各零件间均由不同的内六角圆柱头螺钉联接。

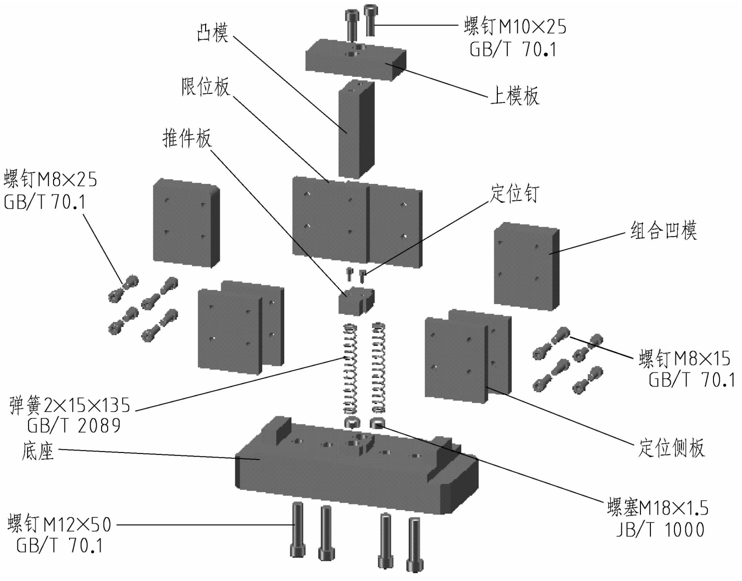


图 6-36　弯曲模的零件拆卸图

2. 弯曲模的装配图

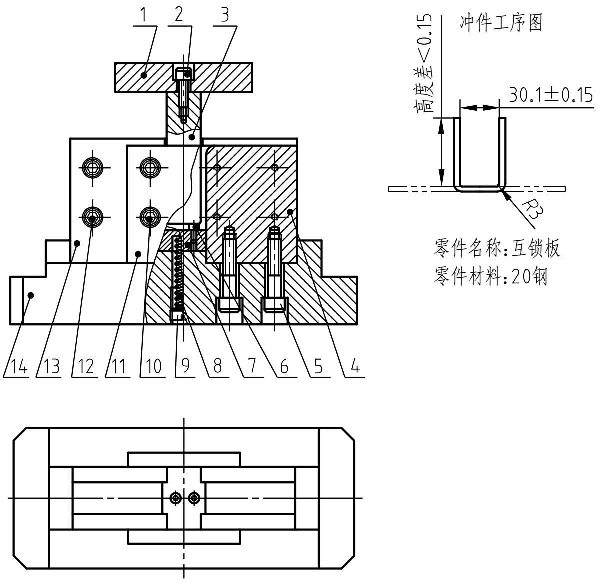
根据图 6-35 和图 6-36 所示的装配关系以及各个零件的结构绘制弯曲模的装配图。如图 6-37 所示，主视图用局部剖视图，主要表达弯曲模的工作原理以及凹模、凸模和模架之间的装配关系；俯视图表达弯曲模外形；用一个独立的视图表达冲件工序图。

6.6.9　自动伸销机构

1. 自动伸销机构的工作原理及装配关系

自动伸销机构是一种常用在汽车的车钣件焊接中的自动定位机构，如图 6-38 所示。机构主要由气缸、支撑座、连接块和定位销四部分组成。气缸用于推动定位销伸缩，支撑座用于固定机构，连接块主要对定位销进行导向和限位。自动伸销机构零件拆卸图如图 6-39 所示。

自动伸销机构的工作原理及装配关系：该伸销机构一共由 22 种不同的零件组成。当操



序号	代号	零件名称	数量	材料	备注
14		底座	1	45	
13		定位侧板	4	45	
12	GB T 70.1	螺钉M8×15	8	45	
11		限位板	2	45	
10	GB T 70.1	螺钉M8×25	8	45	
9	JB T 1000	螺塞M18×1.5	2	45	
8	GB T 2089	弹簧2×15×135	2	45	
7		推件板	1	45	
6		定位钉	2	45	
5	GB T 70.1	螺钉M12×50	4	45	
4		组合凹模	2	Cr12	
3		凸模	1	Cr12	
2	GB T 70.1	螺钉M10×25	2	45	
1		上模板	1	45	

制图			弯曲模		
校核				比例	数量
审核					

图 6-37　弯曲模的装配图

作人员将工件放置后，气缸推动定位销伸出，通过定位孔定位工件，到达指定位置后被限位；定位销的位置调节通过增减调整垫片实现；气缸、连接块和定位销各零件之间由不同的外六角螺钉和内六角圆柱头螺钉联接。

2. 自动伸销机构的装配图

根据图 6-38 和图 6-39 所示的装配关系和各个零件的结构绘制自动伸销机构的装配图。如图 6-40 所示，伸销机构的装配图用两个视图来表示，主视图用局部剖视表达各个零件的装配关系和连接关系；俯视图主要表达机构外形，用一处局部剖视表达右端调整块与导向座之间的连接关系。

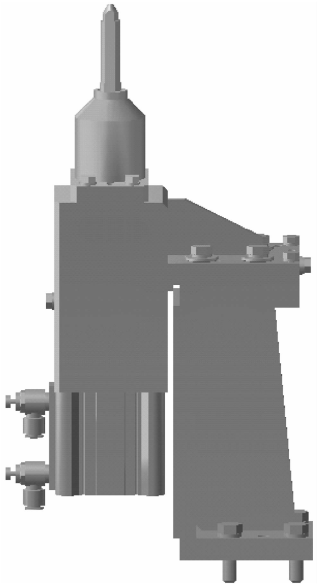


图 6-38　自动伸销机构的立体图

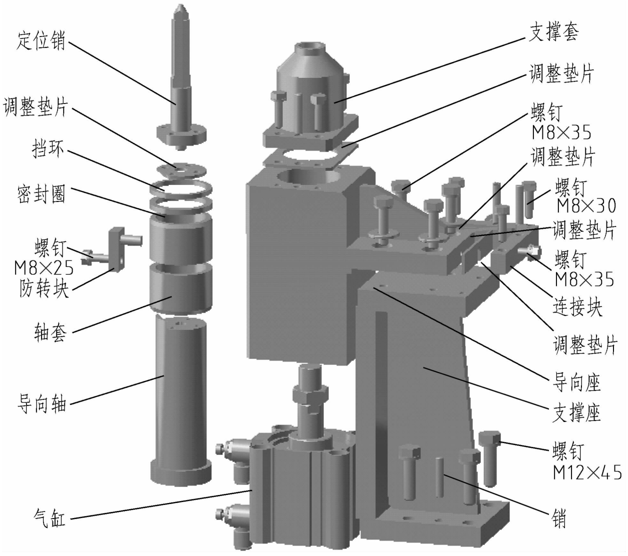
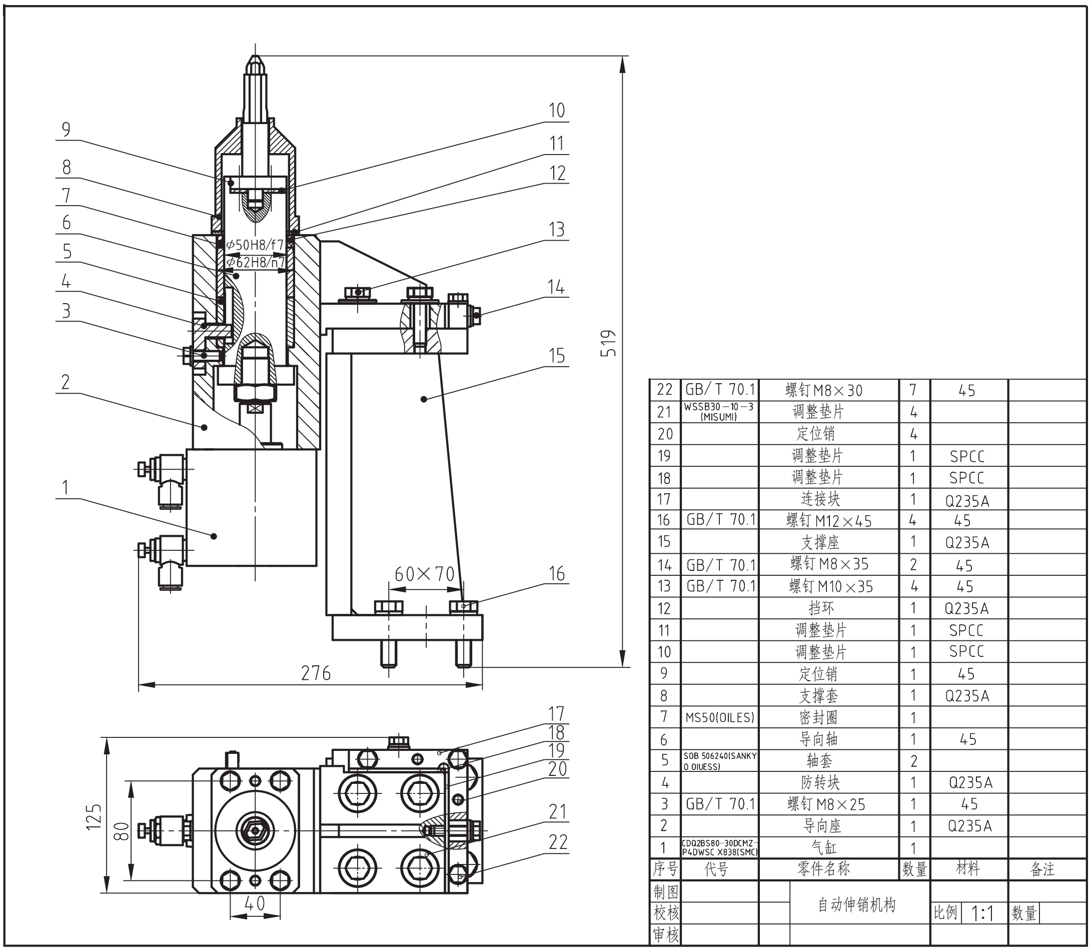


图 6-39　自动伸销机构的零件拆卸图



22	GB/T 70.1	螺钉M8×30	7	45	
21	WSSB30－10－3 (MISUMI)	调整垫片	4		
20		定位销	4		
19		调整垫片	1	SPCC	
18		调整垫片	1	SPCC	
17		连接块	1	Q235A	
16	GB/T 70.1	螺钉M12×45	4	45	
15		支撑座	1	Q235A	
14	GB/T 70.1	螺钉M8×35	2	45	
13	GB/T 70.1	螺钉M10×35	4	45	
12		挡环	1	Q235A	
11		调整垫片	1	SPCC	
10		调整垫片	1	SPCC	
9		定位销	1	45	
8		支撑套	1	Q235A	
7	MS50(OILES)	密封圈	1		
6		导向轴	1	45	
5	SOB 506240(SANKYO OIUESS)	轴套	2		
4		防转块	1	Q235A	
3	GB/T 70.1	螺钉M8×25	1	45	
2		导向座	1	Q235A	
1	CDQ2BS80–30DCMZ–P4DWSC X838(SMC)	气缸	1		
序号	代号	零件名称	数量	材料	备注

制图			自动伸销机构				
校核				比例	1:1	数量	
审核							

图 6-40　自动伸销机构的装配图

6.6.10　焊接夹具旋转台

1. 焊接夹具旋转台的工作原理及装配关系

如图6-41所示的焊接夹具旋转台是一种常用的旋转机构，便于工人完成不同方位的焊点焊接。其结构主要由托盘、连接座、轴和支撑座三部分组成，托盘和连接座用于安装焊接夹具，支撑座固定于地面。组成旋转台的各个零件如图6-42所示。

旋转台的工作原理及装配关系：该旋转台一共由14种不同的零件组成。焊接夹具通过托盘和连接座连接固定于旋转台上，旋转台通过轴承绕轴旋转带动焊接件旋转。

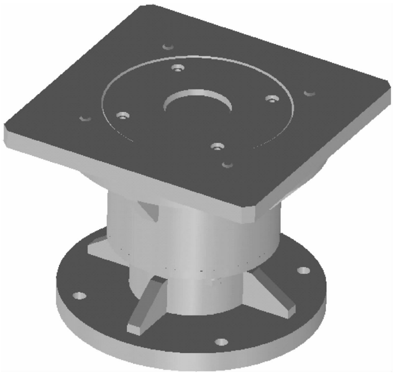


图6-41　焊接夹具旋转台的立体图

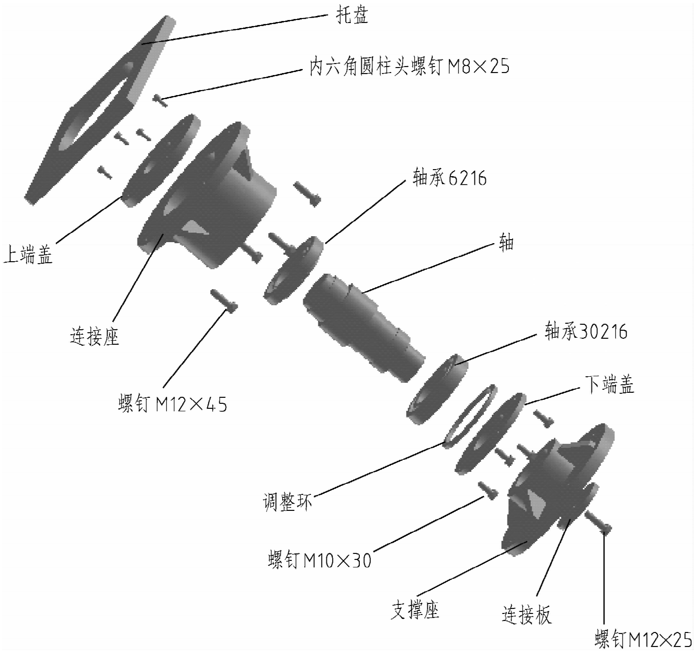
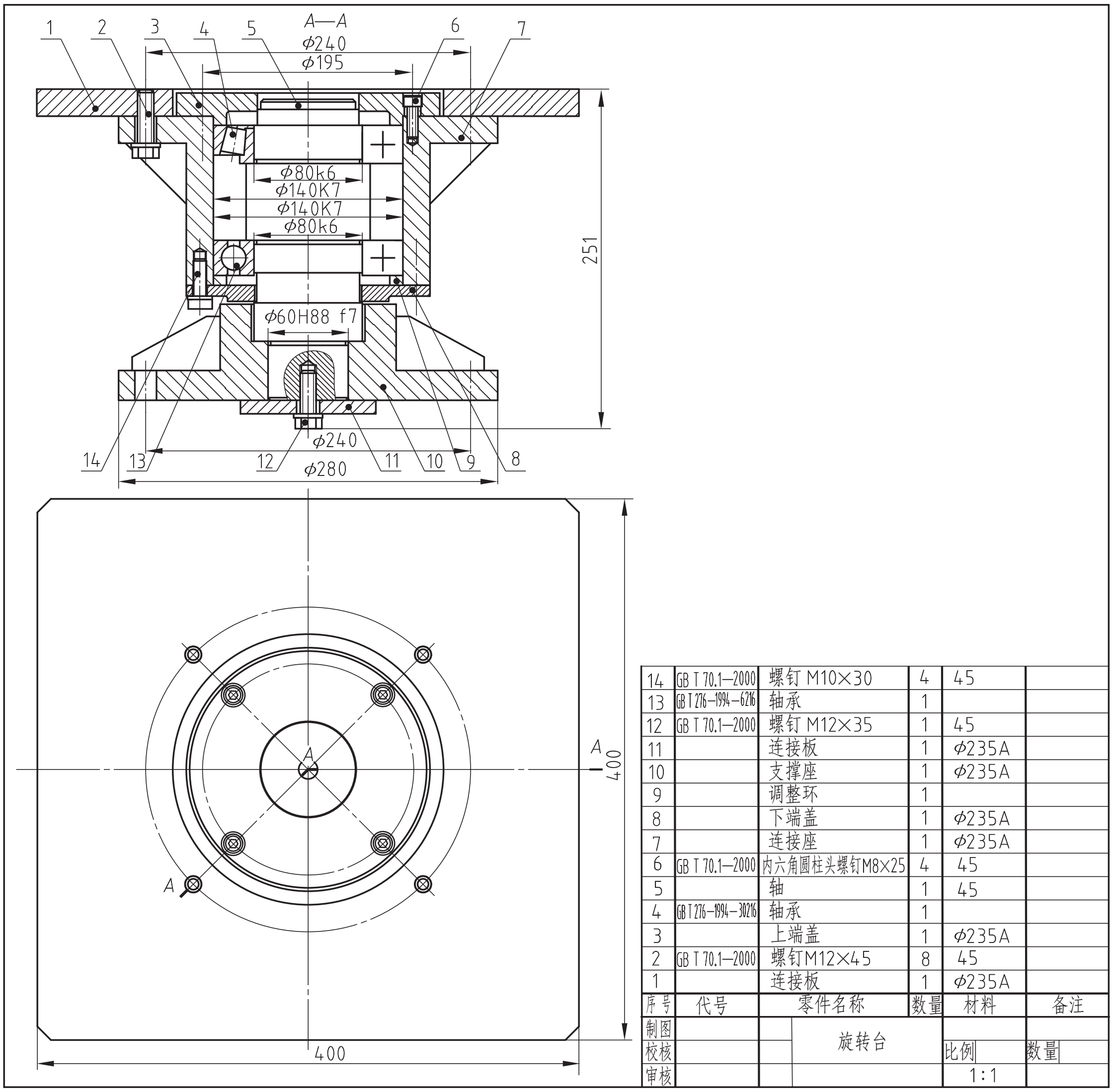


图6-42　旋转台的零件拆卸图

2. 焊接夹具旋转台的装配图

根据图6-41和图6-42所示的装配关系和各个零件的结构绘制旋转台的装配图。如

图 6-43所示，旋转台的装配图用两个视图来表示，主视图用全剖视图表达各个零件的装配关系和旋转台的工作原理，轴的下端用局部剖表达轴和连接板的连接关系；俯视图主要表达旋转台的外形结构。



14	GB T 70.1—2000	螺钉 M10×30	4	45	
13	GB T 276—1994—6216	轴承	1		
12	GB T 70.1—2000	螺钉 M12×35	1	45	
11		连接板	1	Φ235A	
10		支撑座	1	Φ235A	
9		调整环	1		
8		下端盖	1	Φ235A	
7		连接座	1	Φ235A	
6	GB T 70.1—2000	内六角圆柱头螺钉M8×25	4	45	
5		轴	1	45	
4	GB T 276—1994—30216	轴承	1		
3		上端盖	1	Φ235A	
2	GB T 70.1—2000	螺钉M12×45	8	45	
1		连接板	1	Φ235A	
序号	代号	零件名称	数量	材料	备注

制图		旋转台		
校核			比例	数量
审核			1:1	

图 6-43　旋转台的装配图

6.6.11　螺柱焊工作台

1. 螺柱焊工作台的工作原理及装配关系

将螺柱或类似的金属柱状物及其他紧固件焊接在工件上的方法称为螺柱焊。如图 6-44所示的螺柱焊工作台是汽车钣件自动化焊接的一种专用设备。其结构主要由支撑架、螺柱焊机和连杆机构三部分组成。支撑架是固定安装螺柱焊机和连杆机构的支架；螺柱焊机是外购的专用部件，主要功能是输送待焊接螺柱，并进行焊接；连杆机构主要功能是提供可变行

程。螺柱焊工作台的各个零件如图 6-45 所示。

螺柱焊工作台的工作原理及装配关系：该工作台一共由 23 种不同的零件组成。初始，连杆机构将下电极推出，工人或自动机械手放置工件，螺柱焊机将螺柱输出，同时螺柱焊机的下端探头伸出将螺柱帽包裹，然后通电进行焊接；焊接完成后，焊接上端的探头收回，连杆机构将下电极回收，工人或自动机械手取出工件。工作台各个部件之间均由不同的内六角圆柱头螺钉进行联接。

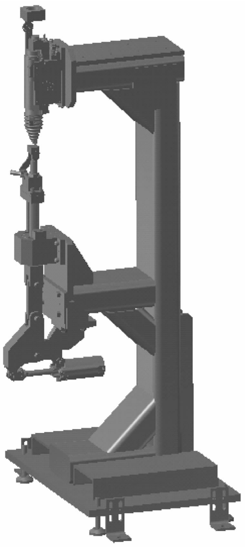


图 6-44　螺柱焊工作台的立体图

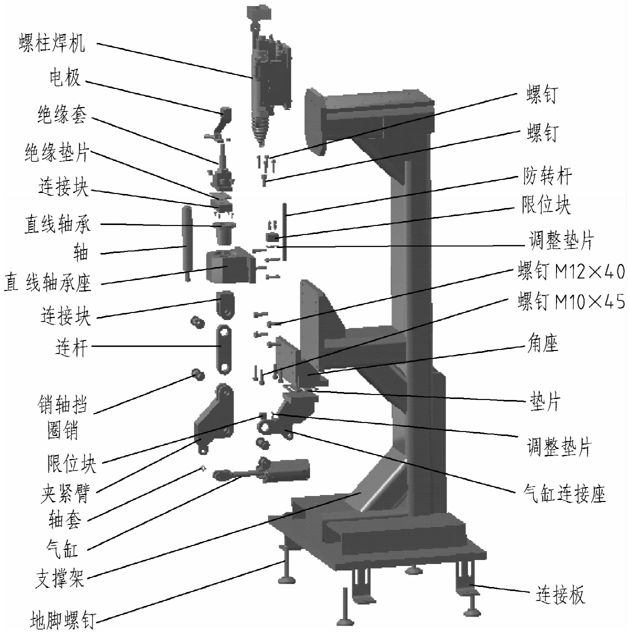
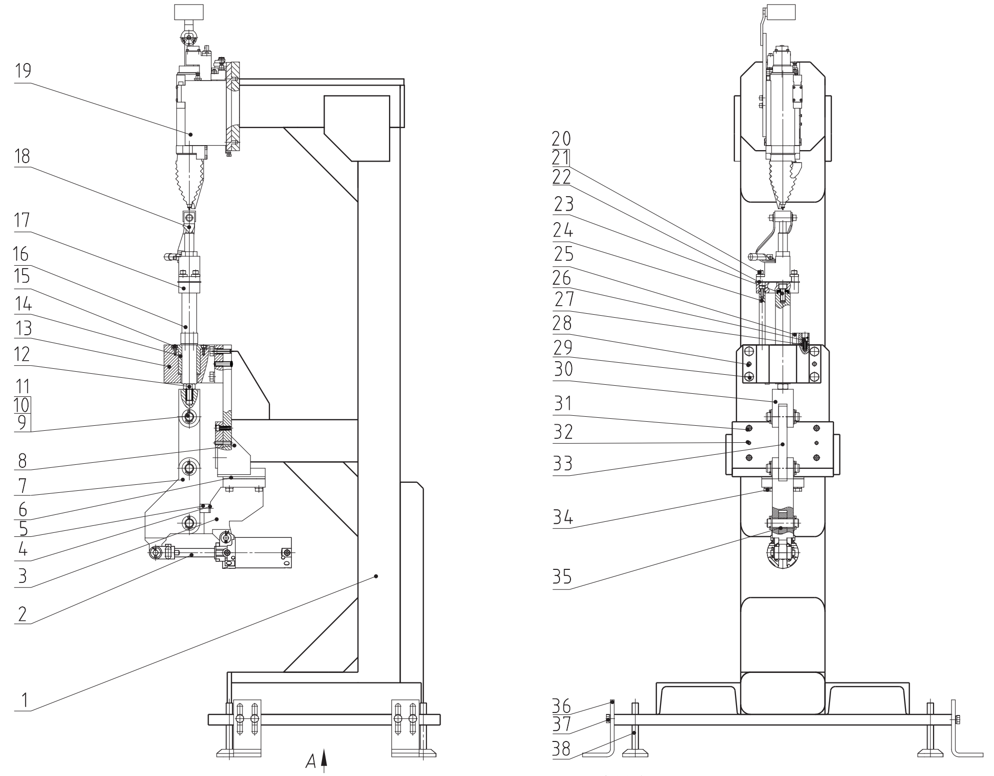
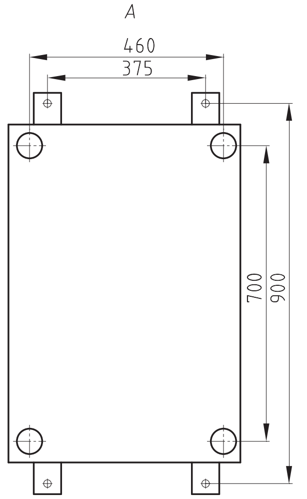


图 6-45　螺柱焊工作台的零件拆卸图

2. 螺柱焊接工作台的装配图

根据图 6-44 和图 6-45 所示的装配关系和各个零件的结构绘制螺柱焊工作台的装配图，如图 6-46 所示。





序号	代号	名称	数量	材料	单件重量	总计重量	备注
38		地脚螺钉	4	45			
37	GB T 70.1—2000	螺钉M10×35	8	45			
36		连接板	4	ϕ235A			
35	JDB 202820	轴套	4	Cu			
34	GB T70.1—2000	螺钉	4	45			
33		连杆	1	ϕ235A			
32	GB T 119.1—2000	销ϕ8×35	2				
31	GB T70.1—2000	内六角螺钉M8×25	6	45			
30		连接块	1	ϕ235A			
29	GB T70.1—2000	螺钉 M10×40	4	45			
28	GB T 119.1—2000	销ϕ10×40	4				
27		调整垫片	1	SPCC			
26	GB T70.1—2000	内六角螺钉M8×20	2	45			
25		限位块	1	45			
24		防转杆	1	45			
23	GB T70.1—2000	螺钉M12×30	1	45			
22		绝缘垫片	1	电木			
21	GB T70.1—2000	内六角螺钉 M8×35	4	45			
20		绝缘套	4	电木			
19		焊机	1				
18		下电极	1				
17		连接块	1	ϕ235A			
16		轴	1	45			
15	GB T70.1—2000	内六角螺钉 M6×15	4	45			
14	LMF35	直线轴承	1				
13		直线轴承座	1	ϕ235A			
12	GB T 70.1—2000	锁紧螺母 M16×14.8	1	45			
11		挡圈	6	ϕ235A			
10		销4×32	3	ϕ235A			
9		销轴	3	45			
8		角座	1	ϕ235A			
7		夹紧臂	1	ϕ235A			
6		调整垫片	1	SPCC			
5		限位块	1	45			
4		调整垫片	1	SPCC			
3		气缸连接座	1	ϕ235A			
2	CK1B63-75YA	气缸	1	ϕ235A			
1		框架	1				

图 6-46　螺柱焊工作台的装配图

第7章　识图提高

7.1　简单结构体识图

7.1.1　通过已知投影构造不同形体

有些情况下，通过已知投影可以构造不同结构形状的形体。

例1：由正面投影和水平投影求不同的侧面投影（图7-1）。

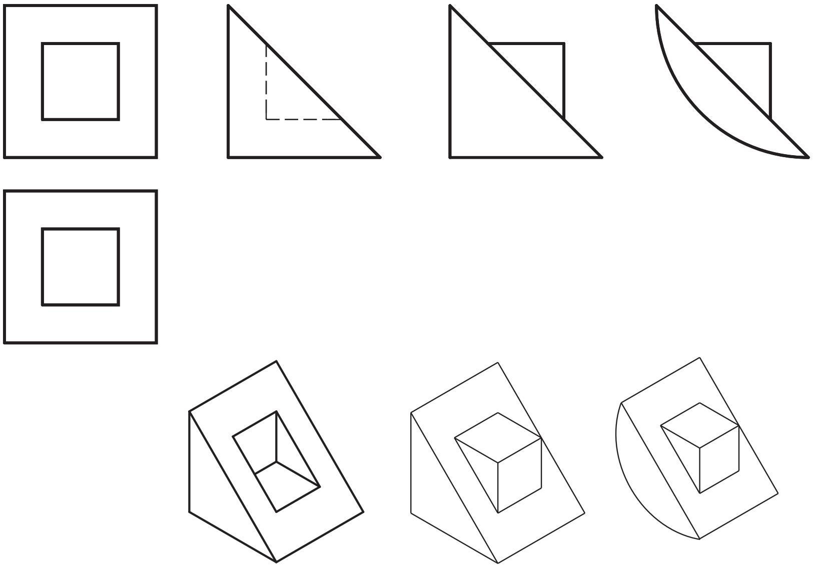


图7-1　通过已知投影构造不同形体例1

例2：由正面投影和水平投影求不同的侧面投影（图7-2）。

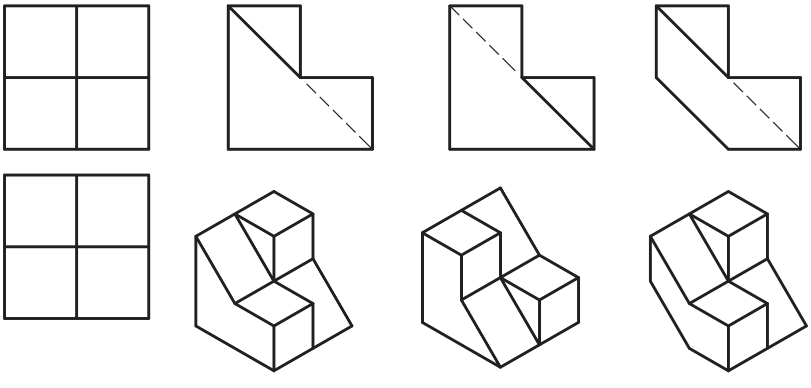


图7-2　通过已知投影构造不同形体例2

例3：由正面投影和水平投影求不同的侧面投影（图7-3）。

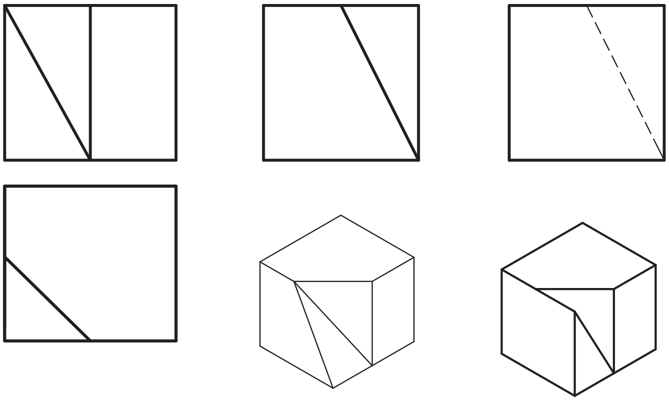


图7-3　通过已知投影构造不同形体例3

例4：由正面投影和水平投影求不同的侧面投影（图7-4）。

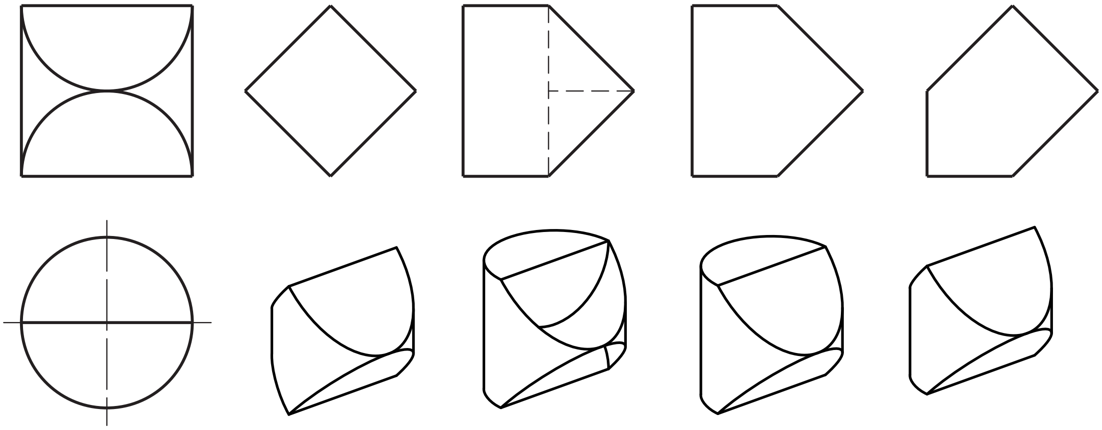


图7-4　通过已知投影构造不同形体例4

例5：由正面投影和水平投影求不同的侧面投影（图7-5）。

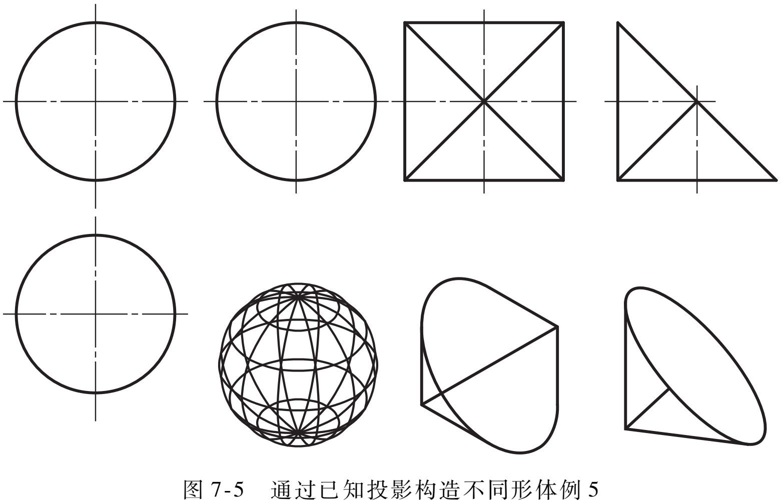


图7-5　通过已知投影构造不同形体例5

例 6：由正面投影和水平投影求不同的侧面投影（图 7-6）。

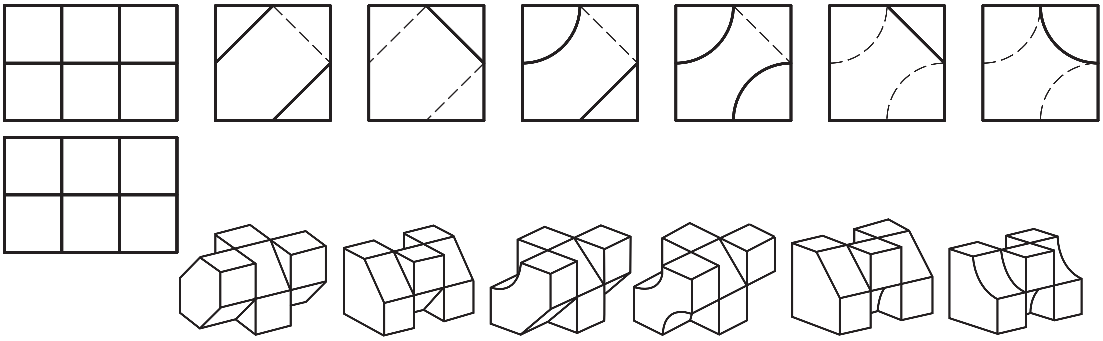


图 7-6　通过已知投影构造不同形体例 6

例 7：由正面投影和侧面投影求不同的水平投影（图 7-7）。

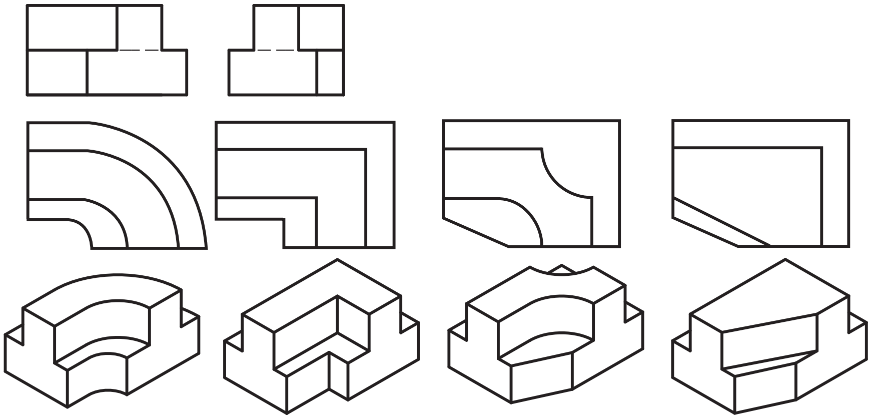


图 7-7　通过已知投影构造不同形体例 7

7.1.2　视立体为切割形成

有时在面对一个较复杂的立体时，可以将其视为是由一个简单立体经过逐步切割后形成的。

例 1：由正面投影和水平投影求侧面投影（图 7-8）。

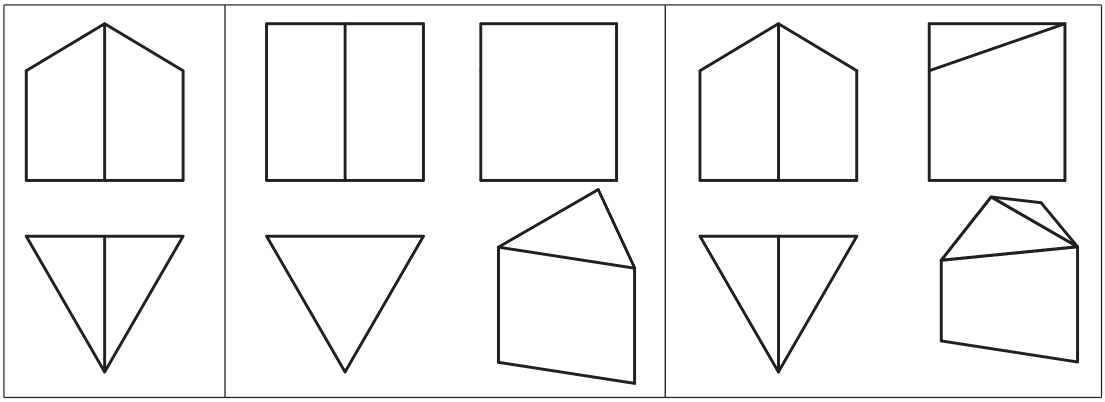


图 7-8　视立体为切割形成例 1

例 2：由正面投影和水平投影求侧面投影（图 7-9）。

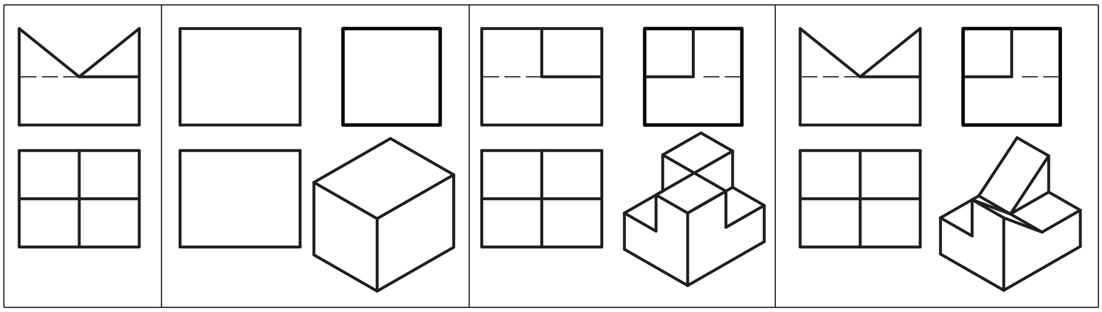


图 7-9　视立体为切割形成例 2

例 3：由正面投影和水平投影求侧面投影（图 7-10）。

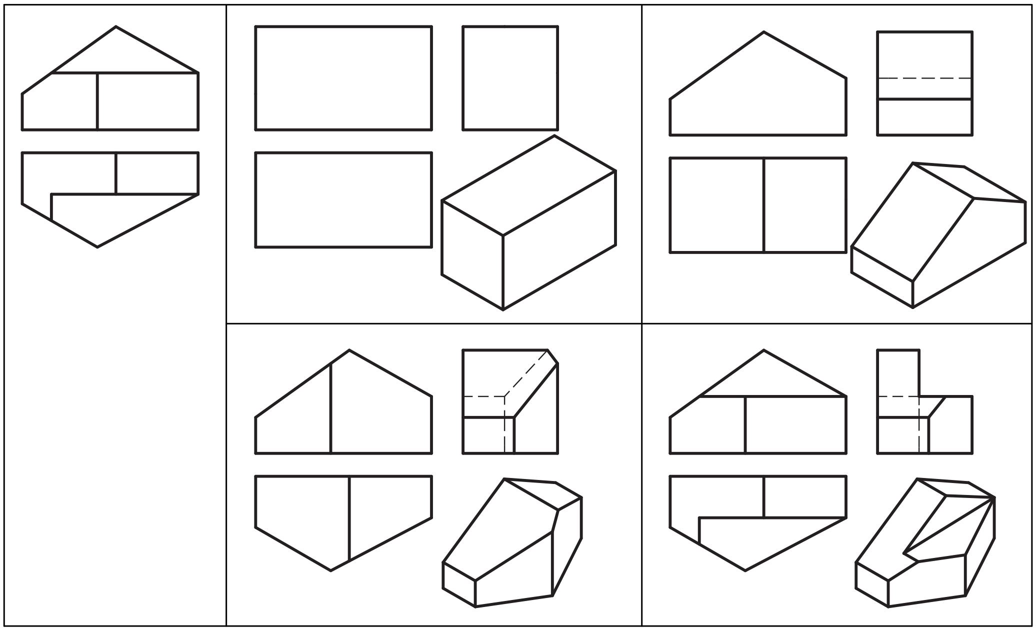


图 7-10　视立体为切割形成例 3

例 4：由正面投影和水平投影求侧面投影（图 7-11）。

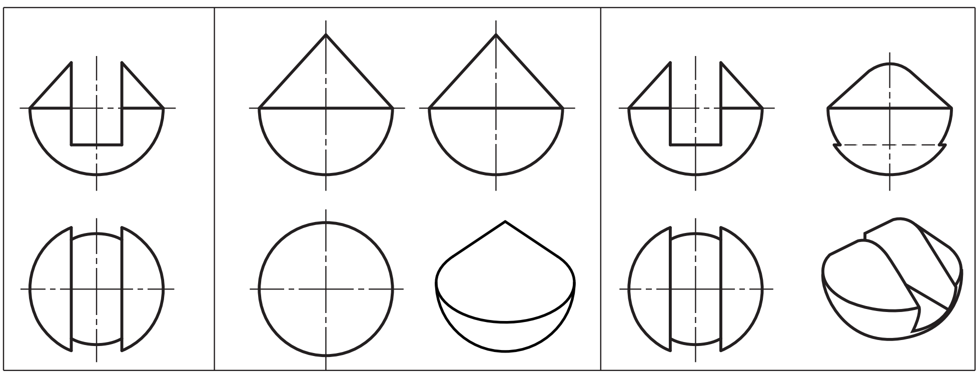


图 7-11　视立体为切割形成例 4

例 5：由正面投影和侧面投影求水平投影（图 7-12）。

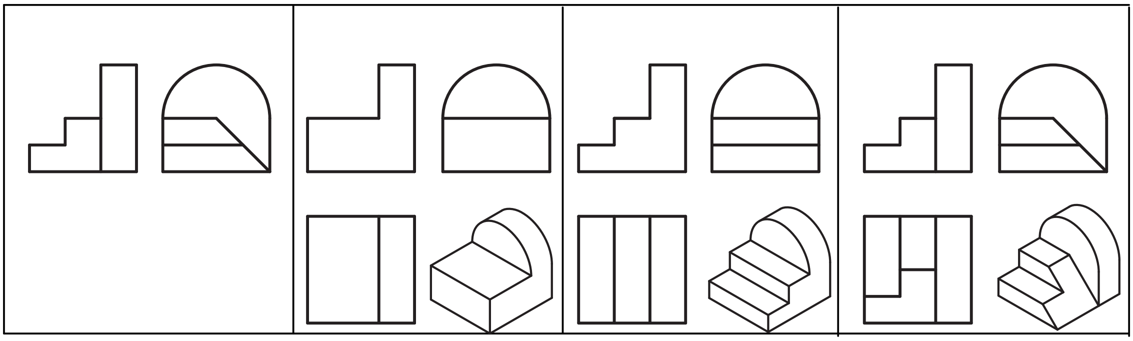


图 7-12　视立体为切割形成例 5

7.2　复杂结构体识图

例 1：求立体的正面投影（图 7-13）。

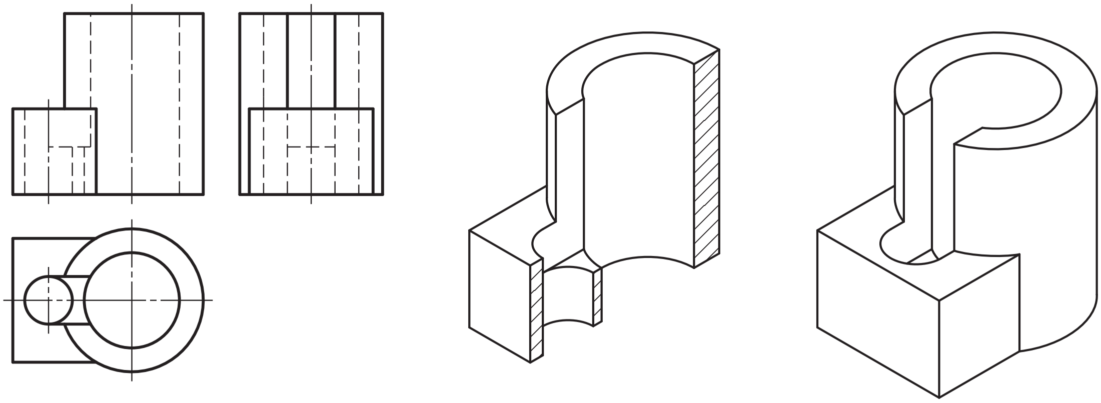


图 7-13　复杂结构体识图例 1

例 2：求立体的正面投影（图 7-14）。

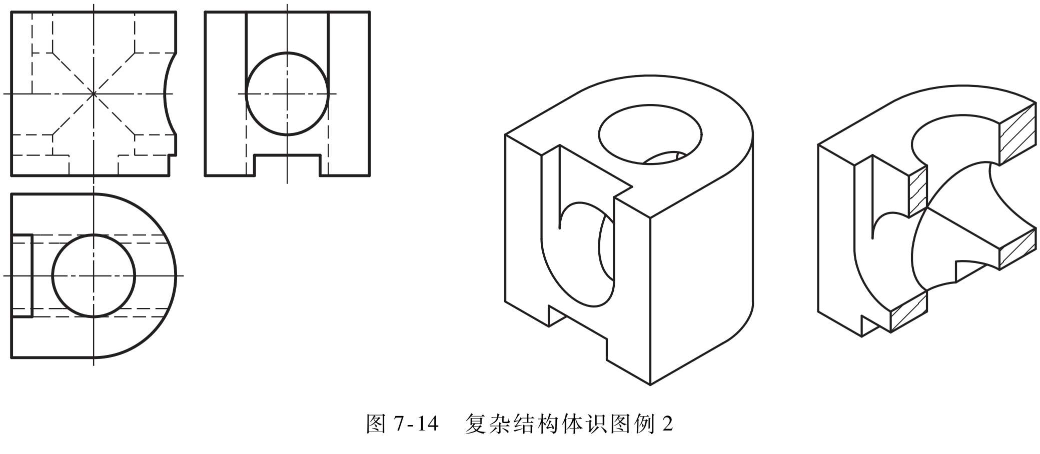


图 7-14　复杂结构体识图例 2

例3：求立体的水平投影（图7-15）。

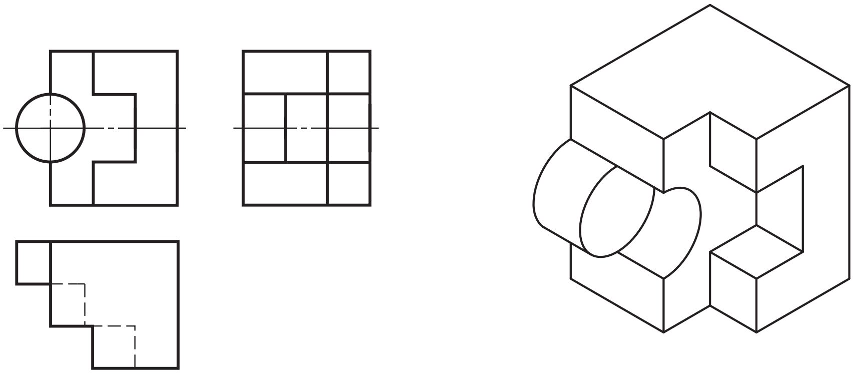


图7-15 复杂结构体识图例3

例4：求立体的侧面投影（图7-16）。

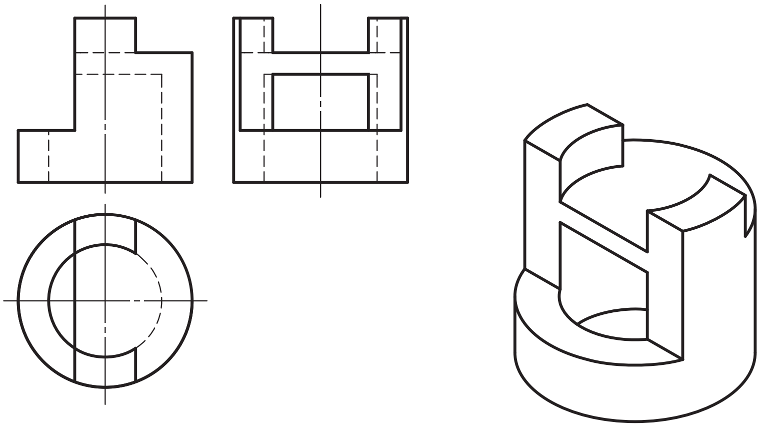


图7-16 复杂结构体识图例4

例5：求立体的侧面投影（图7-17）。

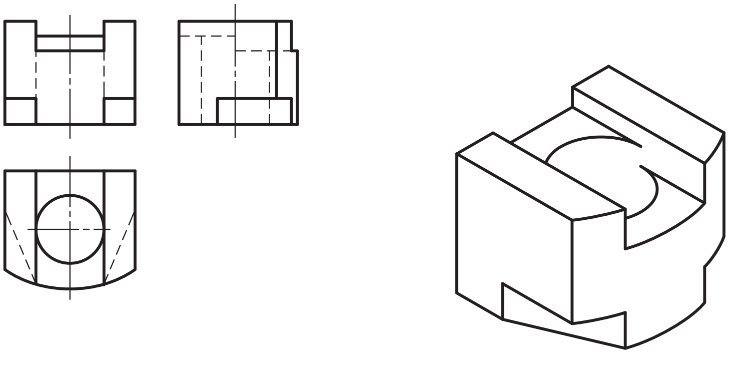


图7-17 复杂结构体识图例5

例 6：求立体的侧面投影（图 7-18）。

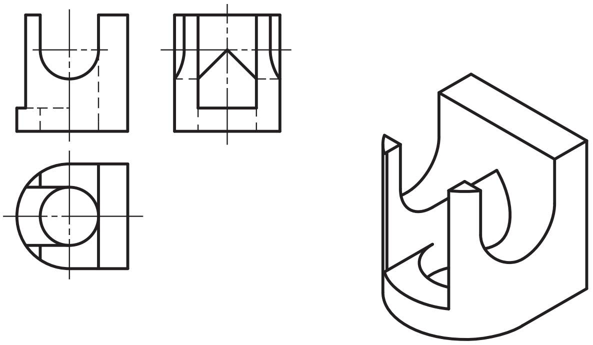


图 7-18　复杂结构体识图例 6

例 7：求立体的正面投影（图 7-19）。

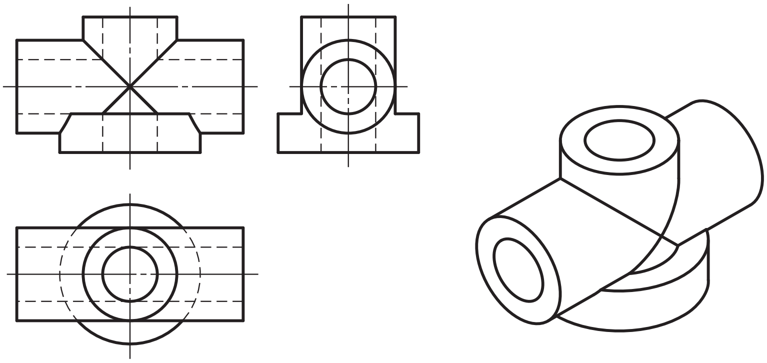


图 7-19　复杂结构体识图例 7

例 8：求立体的侧面投影（图 7-20）。

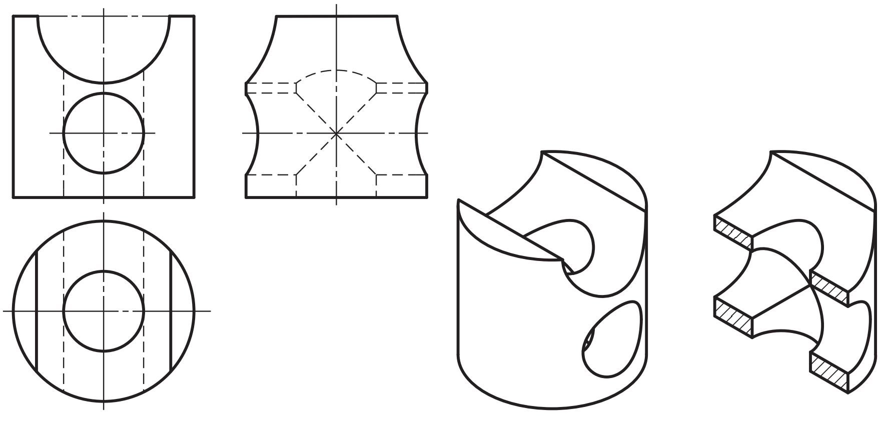


图 7-20　复杂结构体识图例 8

例9：求立体的侧面投影（图7-21）。

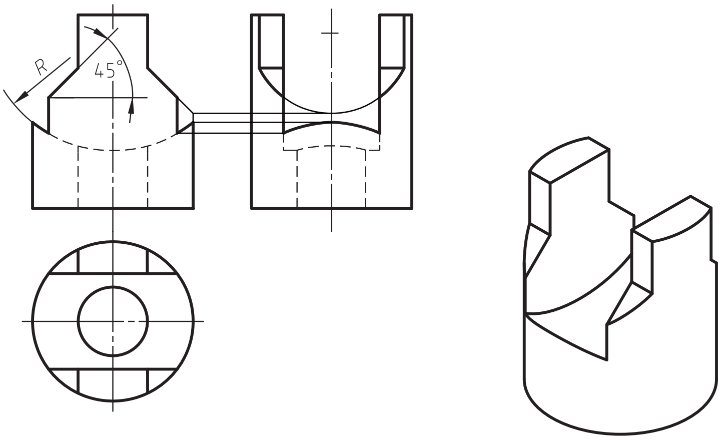


图7-21　复杂结构体识图例9

例10：求立体的水平投影（图7-22）。

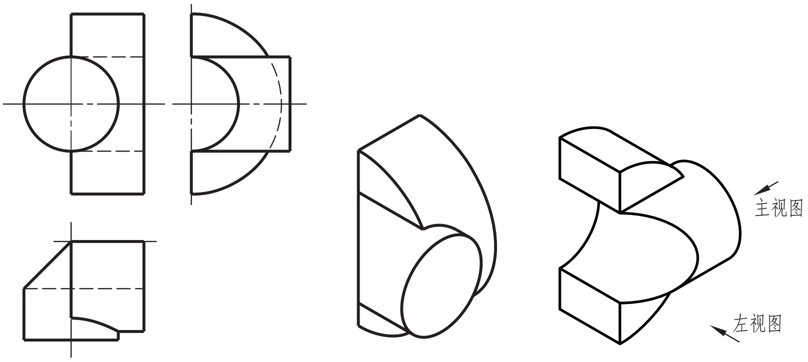


图7-22　复杂结构体识图例10

例11：求立体的侧面投影（图7-23）。

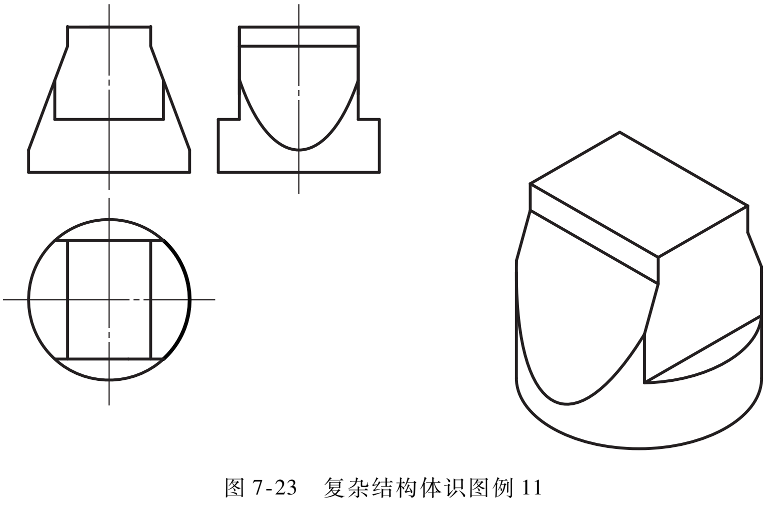


图7-23　复杂结构体识图例11

例 12：求立体的水平投影（图 7-24）。

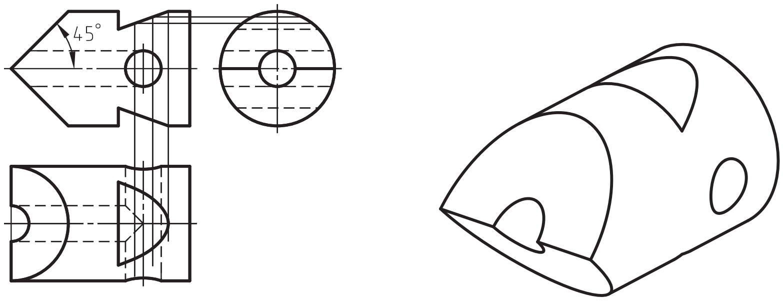


图 7-24　复杂结构体识图例 12

例 13：求立体的侧面投影（图 7-25）。

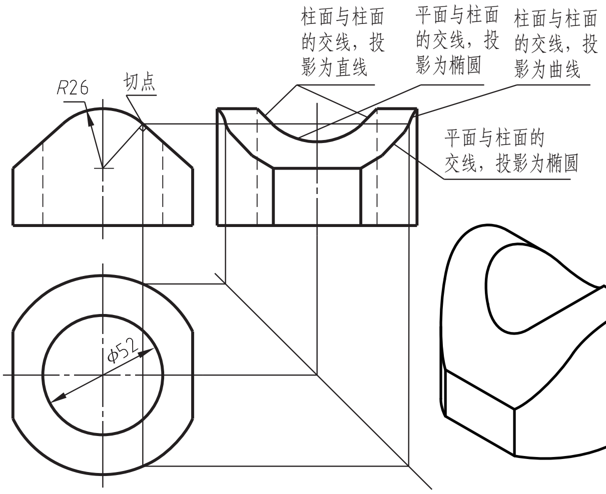

柱面与柱面的交线，投影为直线
平面与柱面的交线，投影为椭圆
柱面与柱面的交线，投影为曲线
R26
切点
平面与柱面的交线，投影为椭圆
φ52

图 7-25　复杂结构体识图例 13

例 14：求立体的侧面投影（图 7-26）。

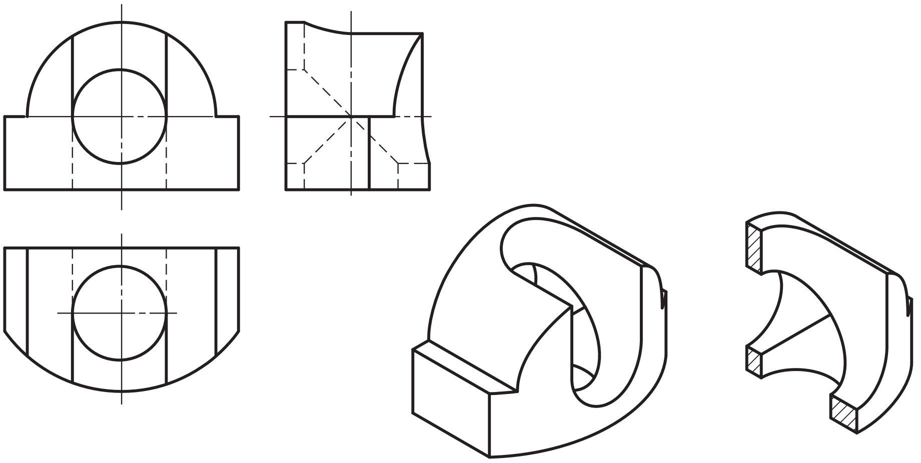


图 7-26　复杂结构体识图例 14

例 15：求立体的正面投影（图 7-27）。

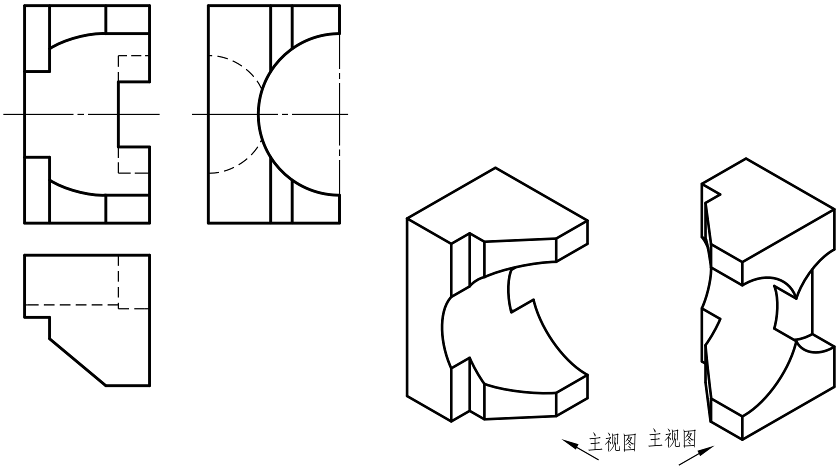


图 7-27　复杂结构体识图例 15

例 16：求立体的正面投影（图 7-28）。

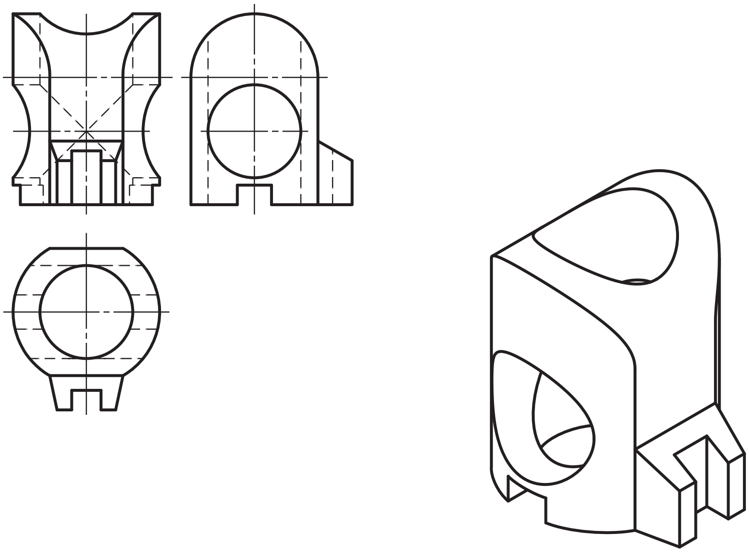


图 7-28　复杂结构体识图例 16

附录　书中采用的国家和行业标准

序号	标准内容		现行标准
1	制图术语	通用术语	GB/T 13361—2012　技术制图　通用术语
2		投影法	GB/T 14692—2008　技术制图　投影法
3			GB/T 16948—1997　技术产品文件　词汇　投影法术语
4		图样注法	GB/T 24745—2009　技术产品文件　词汇　图样注语
5	基本规定	图幅	GB/T 14689—2008　技术制图　图纸幅面和格式
6			GB/T 10609.1—2008　技术制图　标题栏
7			GB/T 10609.2—2009　技术制图　明细栏
8			GB/T 10609.3—2009　技术制图　复制图的折叠方法
9			GB/T 10609.4—2009　技术制图　对缩微复制原件的要求
10		比例	GB/T 14690—1993　技术制图　比例
11		字体	GB/T 14691—1993　技术制图 字体
12			GB/T 14691.4—2005　技术产品文件　字体　第4部分:拉丁字母的区别标识与特殊标识
13			GB/T 14691.6—2005　技术产品文件　字体　第6部分:古代斯拉夫字母
14		图线	GB/T 17450—1998　技术制图　图线
15			GB/T 4457.4—2002　机械制图　图样画法　图线
16			GB/T 18686—2002　技术制图　CAD系统用图线的表示
17		剖面区域	GB/T 4457.5—2013　机械制图　剖面区域的表示法
18			GB/T 17453—2005　技术制图　图样画法　剖面区域的表示法
19		指引线和基准线	GB/T 4457.2—2003　技术制图　图样画法　指引线和基准线的基本规定
20		文件和产品保护	GB/T 19827—2005　技术产品文件　限制使用的文件和产品的保护注释
21	图样基本画法	视图	GB/T 17451—1998　技术制图　图样画法　视图
22			GB/T 4458.1—2002　机械制图　图样画法　视图
23		剖视图和断面图	GB/T 17452—1998　技术制图　图样画法　剖视图和断面图
24			GB/T 4458.6—2002　机械制图　图样画法　剖视图和断面图
25		简化画法	GB/T 16675.1—2012　技术制图　简化表示法　第1部分:图样画法
26		轴测图	GB/T 4458.3—2013　机械制图　轴测图
27		装配图中零、部件序号及其编排方法	GB/T 4458.2—2003　机械制图　装配图中零、部件序号及其编排方法
28		倾斜结构	GB/T 24739—2009　机械制图　机件上倾斜结构的表示法
29		玻璃器具	GB/T 12213—1990　技术制图　玻璃器具表示法

（续）

序号	标准内容		现行标准
30	图样特殊表示法	螺纹	GB/T 4459.1—1995　机械制图　螺纹及螺纹紧固件表示法
31			GB/T 197—2003　普通螺纹　公差
32			GB/T 7307—2001　55°　非密封管螺纹
33		螺栓	GB/T 5782—2000　六角头螺栓
34			GB/T 5783—2000　六角头螺栓　全螺纹
35		螺柱	GB/T 897—1988　双头螺柱　$b_{\mathrm{m}}=1d$
36			GB/T 898—1988　双头螺柱　$b_{\mathrm{m}}=1.25d$
37			GB/T 899—1988　双头螺柱　$b_{\mathrm{m}}=1.5d$
38			GB/T 900—1988　双头螺柱　$b_{\mathrm{m}}=2d$
39		螺钉	GB/T 65—2000　开槽圆柱头螺钉
40			GB/T 67—2008　开槽盘头螺钉
41			GB/T 68—2000　开槽沉头螺钉
42			GB/T 71—1985　开槽锥端紧定螺钉
43			GB/T 73—1985　开槽平端紧定螺钉
44			GB/T 75—1985　开槽长圆柱端紧定螺钉
45		螺母	GB/T 6170—2000　1 型六角螺母
46			GB/T 6175—2000　2 型六角螺母
47			GB/T 6172.1—2000　六角薄螺母
48		垫圈	GB/T 95—2002　平垫圈　C 级
49			GB/T 97.1—2002　平垫圈　A 级
50			GB/T 97.2—2002　平垫圈　倒角型　A 级
51			GB/T 848—2002　小垫圈　A 级
52			GB/T 93—1987　标准型弹簧垫圈
53		键	GB/T 1096—2003　普通型　平键
54			GB/T 1099.1—2003　普通型　半圆键
55			GB/T 1565—2003　钩头型　楔键
56		销	GB/T 119.1—2000　圆柱销　不淬硬钢和奥氏体不锈钢
57			GB/T 119.2—2000　圆柱销　淬硬钢和马氏体不锈钢
58			GB/T 117—2000　圆锥销
59			GB/T 91—2000　开口销
60		花键	GB/T 4459.3—2000　机械制图　花键表示法
61		齿轮	GB/T 4459.2—2003　机械制图　齿轮表示法
62			GB/T 1357—2008　通用机械和重型机械用圆柱齿轮　模数
63		蜗杆	GB/T 10088—1988　圆柱蜗杆模数和直径
64		链轮	GB/T 1243—2006　传动用短节距精密滚子链、套筒链、附件和链轮
65		V 带轮	GB/T 13575.1—2008　普通和窄 V 带传动　第 1 部分：基准宽度制
66			GB/T 13575.2—2008　普通和窄 V 带传动　第 2 部分：有效宽度制

（续）

序号	标准内容		现行标准
67	图样特殊表示法	弹簧	GB/T 4459.4—2003　机械制图　弹簧表示法
68		中心孔	GB/T 4459.5—1999　机械制图　中心孔表示法
69		动密封圈	GB/T 4459.8—2009　机械制图　动密封圈　第1部分:通用简化表示法
70			GB/T 4459.9—2009　机械制图　动密封圈　第2部分:特征简化表示法
71		滚动轴承	GB/T 4459.7—1998　机械制图　滚动轴承表示法
72			GB/T 276—2013　滚动轴承　深沟球轴承　外形尺寸
73			GB/T 297—1994　滚动轴承　圆锥滚子轴承　外形尺寸
74			GB/T 301—1995　滚动轴承　推力球轴承　外形尺寸
75			GB/T 292—2007　滚动轴承　角接触球轴承　外形尺寸
76			GB/T 281—2013　滚动轴承　调心球轴承　外形尺寸
77		滑动轴承	JB/T 2560—2007　整体有衬正滑动轴承座　型式与尺寸
78			JB/T 2561—2007　对开式二螺柱正滑动轴承座　型式与尺寸
79			JB/T 2562—2007　对开式四螺柱正滑动轴承座　型式与尺寸
80			JB/T 2563—2007　对开式四螺柱斜滑动轴承座　型式与尺寸
81		机构运动简图	GB/T 4460—2013　机械制图　机构运动简图用图形符号
82		液压与气压传动图	GB/T 786.1—2009　流体传动系统及元件图形符号和回路图　第1部分:用于常规用途和数据处理的图形符号
83		电气工程图	GB/T 6988.1—2008　电气技术用文件的编制　第1部分:规则
84			GB/T 18135—2008　电气工程 CAD 制图规则
85			GB/T 4728.1—2005　电气简图用图形符号　第1部分:一般要求
86			GB/T 4728.2—2005　电气简图用图形符号　第2部分:符号要素、限定符号和其他常用符号
87			GB/T 4728.3—2005　电气简图用图形符号　第3部分:导体和连接件
88			GB/T 4728.4—2005　电气简图用图形符号　第4部分:基本无源元件
89			GB/T 4728.5—2005　电气简图用图形符号　第5部分:半导体管和电子管
90			GB/T 4728.6—2008　电气简图用图形符号　第6部分:电能的发生与转换
91			GB/T 4728.7—2008　电气简图用图形符号　第7部分:开关、控制和保护器件
92			GB/T 4728.8—2008　电气简图用图形符号　第8部分:测量仪表、灯和信号器件
93			GB/T 4728.9—2008　电气简图用图形符号　第9部分:电信:交换和外围设备
94			GB/T 4728.10—2008　电气简图用图形符号　第10部分:电信:传输
95		铸件	JB/T 5105—1991　铸件模样　起模斜度
96		工艺流程	GB/T 24742—2009　技术产品文件　工艺流程图表用图形符号的表示法
97		棒料、型材	GB/T 4656—2008　技术制图　棒料、型材及其断面的简化表示法
98		热处理	GB/T 24743—2009　技术产品文件　钢铁零件热处理表示法
99		定位、夹紧	GB/T 24740—2009　技术产品文件　机械加工定位、夹紧符号表示法
100		紧固组合简化	GB/T 24741.1—2009　技术制图　紧固组合的简化表示法　第1部分:一般原则
101		模制件	GB/T 24744—2009　产品几何规范(GPS)　技术产品文件(TPD)中模制件的表示法

（续）

序号	标 准 内 容		现 行 标 准
102	图样特殊表示法	粘接等图形符号	GB/T 24746—2009　技术制图　粘接、弯折与挤压接合的图形符号表示法
103		焊接图	GB/T 324—2008　焊缝符号表示法
104			GB/T 5185—2005　焊接及相关工艺方法代号
105			GB/T 12212—2012　技术制图　焊缝符号的尺寸、比例及简化表示法
106	图样标注	尺寸标注	GB/T 4458.4—2003　机械制图　尺寸注法
107			GB/T 16675.2—2012　技术制图　简化表示法　第 2 部分:尺寸注法
108			GB/T 15754—1995　技术制图　圆锥的尺寸和公差注法
109			GB/T 19096—2003　技术制图　图样画法　未定义形状边的术语和注法
110		尺寸公差	GB/T 4458.5—2003　机械制图　尺寸公差与配合注法
111			GB/T 1800.1—2009　产品几何技术规范(GPS)　极限与配合　第 1 部分:公差、偏差和配合的基础
112			GB/T 1800.2—2009　产品几何技术规范(GPS)　极限与配合　第 2 部分:标准公差等级和孔、轴极限偏差表
113			GB/T 1801—2009　产品几何技术规范(GPS)　极限与配合　公差带和配合的选择
114		表面结构要求	GB/T 131—2006　产品几何技术规范(GPS)　技术产品文件中表面结构的表示法
115			GB/T 3505—2009　产品几何技术规范(GPS)　表面结构　轮廓法　术语、定义及表面结构参数
116		几何公差	GB/T 1182—2008　产品几何技术规范(GPS)　几何公差　形状、方向、位置和跳动公差标注
117			GB/T 16671—2009　产品几何技术规范(GPS)　几何公差　最大实体要求、最小实体要求和可逆要求

参 考 文 献

[1] 张惠云，范竞芳. 机械制图［M］. 北京：机械工业出版社，2012.

[2] 孙开元，郝振洁. 机械工程制图手册［M］. 北京：化学工业出版社，2011.

[3] 叶玉驹，焦永和，张彤. 机械制图手册［M］. 北京：机械工业出版社，2012.

[4] 孙开元，张丽杰. 常见机构设计及应用图例［M］. 北京：化学工业出版社，2013.

[5] 张策. 机械原理与机械设计：上册［M］. 北京：机械工业出版社，2004.

[6] 孟宪源，姜琪. 机构构型与应用［M］. 北京：机械工业出版社，2010.

[7] 齐晓杰. 汽车液压与气压传动［M］. 北京：机械工业出版社，2012.

[8] 王炳实. 机床电气控制［M］. 北京：机械工业出版社，1999.

[9] 王素珍. 电气工程 CAD 实用教程［M］. 北京：人民邮电出版社，2012.

[10] 何建军. 最新电工实用线路图解手册［M］. 上海：上海科学技术出版社，2012.

[11] 陈浩. 案例解说 PLC、触摸屏及变频器综合应用［M］. 北京：中国电力出版社，2007.

[12] 张立富，陈刚. 零基础学 AutoCAD 2012 电气制图工程应用［M］. 北京：机械工业出版社，2012.

[13] 鲍风雨. 典型自动化设备及生产线应用与维护［M］. 北京：机械工业出版社，2004.

[14] 何利民，尹全英. 电气制图与读图［M］. 北京：机械工业出版社，2011.

编辑QQ：296447532
编辑邮箱：296447532@qq.com

地址：北京市百万庄大街22号
邮政编码：100037
电话服务
服务咨询热线：010-88361066
读者购书热线：010-68326294
010-88379203
网络服务
机工官网：www.cmpbook.com
机工官博：weibo.com/cmp1952
金书网：www.golden-book.com
教育服务网：www.cmpedu.com
封面无防伪标均为盗版

机械工业出版社微信公众号

机械工业出版社科普平台
科技有的聊

机械工业出版社制造业资讯
制造业那些事儿

ISBN 978-7-111-51643-9
策划编辑◎周国萍

ISBN 978-7-111-51643-9
9 787111 516439 >
定价：69.00元